

4H-DACH Pult- / Satteldach

Detailinformationen

Seite überarbeitet November 2023

• Kontakt • Programmübersicht • Bestelltext **Handbuch** ... als pdf **Infos auf dieser Seite****Allgemeines****Systembeschreibung**

- Geometrie  • Material 
- Zwischenlager  • Einkerbungen  • Pfetten 

Belastung

- ständige Lasten  • Nutzlasten  • Windlasten 
- Schneelasten 

Nachweise

- Hauptnachweis  • norddeutsche Tiefebene 
- Stabilität  • Brandschutz  • Gebrauchstauglichkeit 

Ergebnisse

- Bildschirm  • Nachweisergebnisse 
- Lastfallergebnisse  • Zusammenfassung  • Druckliste 

Kommunikation

- Datenexport Stabwerksprogr.  • Kehlbalkenanschlüsse 

Allgemeines

Mit 4H-DACH lassen sich nahezu alle denkbaren Formen von Satteldächern und Pultdächer (Einzelsparren) unter Zugrundelegung der EC- und DIN-Normen berechnen

- Eurocode 0 Schnittgrößenüberlagerungsvorschriften
- Eurocode 1(3) Schneelasten
- Eurocode 1(4) Windlasten
- Eurocode 5(1) Holzbau, Bemessung und Konstruktion
- Eurocode 5(2) Holzbau, Brandschutzbemessung

Das Programm unterstützt auch weiterhin die nationalen Vorgängernormen

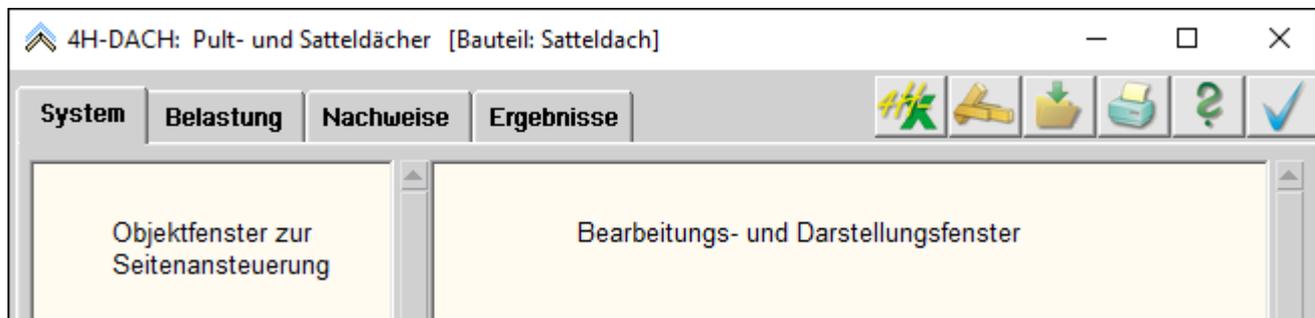
- DIN 1052:2008-12 Holzbau
 - DIN 1055-1 Wichten von Baustoffen
 - DIN 1055-3 Nutzlasten für Hochbauten
 - DIN 1055-4 Windlasten
 - DIN 1055-5 Schneelasten
 - DIN 1055-100 Schnittgrößenüberlagerungsvorschriften
 - DIN 4102-22 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- T. 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von

Teilsicherheitsbeiwerten

Ob als Bemessungsgrundlage die Eurocode-Normen oder die ältere, nationale DIN-Reihe genutzt werden sollen, wird im ersten Register auf der Seite *System* unter **Basisnorm** festgelegt. Ist **Eurocode** ausgewählt, muss auch das zugehörige NAD angegeben werden.

Basisnorm NAD:  Deutschland

Die Handhabung des Programms gestaltet sich weitestgehend intuitiv.



Das Programm wird über Register gesteuert. Im Register ...

- ... **System** wird das statische System hinsichtlich Geometrie, Lagerung, Material und Querschnitte sowie ggf. Einkerbungen und Pfetten beschrieben.
- ... **Belastung** wird die Belastung des System festgelegt.
- ... **Nachweise** werden optionale Angaben zur Steuerung der Nachweise hinterlegt.
- ... **Ergebnisse** können die Ergebnisse zum aktuell definierten System eingesehen werden.

Jedes Register verfügt über eine gewisse Anzahl von Unterseiten, die im Objektfenster angesteuert werden können.

-  mit dem nebenstehend dargestellten Button wird die Umwandlung des 4H-DACH-Bauteils in ein **4H-FRAP**-Bauteil (3D-Stabwerksprogramm) oder in ein **4H-NISI**-Bauteil (ebenes Rahmenprogramm) eingeleitet. Näheres s. **Kommunikation**.
-  mit dem nebenstehend dargestellten Button wird der Nachweis des Kehlbalckenanschlusses mit Hilfe von **4H-HKBA**, Kehlbalckenanschlüsse, eingeleitet. Näheres s. **Kommunikation**.
-  mit dem nebenstehend dargestellten Button wird der aktuelle Eingabezustand gesichert
-  der Druckerbutton ruft ein Untermenü zur Drucklistenzusammenstellung auf. Näheres s. **Ergebnisse**.
-  ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button ruft den Hilfetext auf
-  ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button beendet die Bearbeitung. Der aktuelle Datenzustand wird gesichert und das Fenster geschlossen.
-  klicken Sie auf den dargestellten Button, um das Programm ohne vorherige Sicherung zu verlassen!

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte den Hilfetextseiten **Kommunikation**, **System**, **Belastung**, **Nachweise** und **Ergebnisse** sowie **Pfetten**.

System

Das Register *System* enthält unter der Überschrift *Sparren* die Eingabeseiten **Geometrie**, **Zwischenlager**, **Material** und **Einkerbungen**, die über Mausklick im linken Fenster aktiviert werden.

Auf der Seite *System* wird das Grundsystem ausgewählt. Hierbei handelt es sich entweder um ein Pultdach (Einzelsparren), ein einfaches Satteldach (Sparrendach) oder ein Satteldach mit Kehlbalcken (Kehlbalckendach).

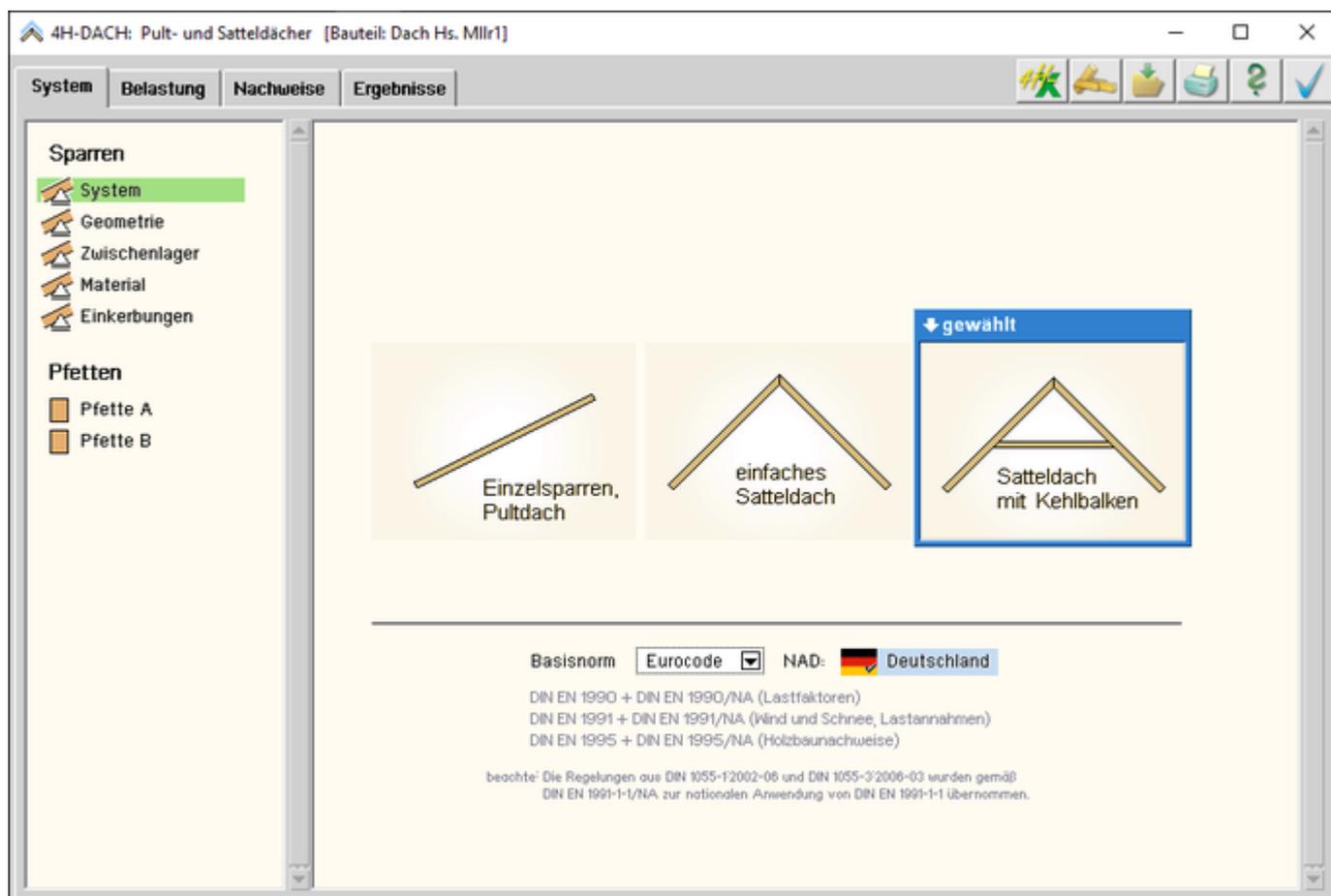


Bild vergrößern

Zur Systemauswahl ist das entsprechende Symbol anzuklicken.

Ob als Bemessungsgrundlage die ältere DIN-Reihe oder die Eurocode-Normen angewendet werden, kann unter *Basisnorm* entschieden werden.

Ist Eurocode ausgewählt, muss auch das zugehörige NAD angegeben werden.

Für Berechnungen nach **DIN** gelten die Normen DIN 1055-100 (Lastfaktoren), DIN 1055-4 und -5 (Ermittlung der Wind und Schneelasten) und DIN 1052 für die Holzbaunachweise.

Für **Eurocode** werden die entsprechenden Regeln der Eurocode-Reihe zugrunde gelegt; zusätzlich muss ein nationales Anwendungsdokument (NAD) ausgewählt sein.

System - Geometrie

Auf der Seite *Geometrie* werden die geometrischen Grunddaten des zu berechnenden Dachs festgelegt.

Die Grunddaten umfassen die horizontalen Abmessungen des Daches bis zum Fußpunkt (inklusive der Dachüberstände), die Dachneigungen, die Lagerbedingungen in den First- und Fußpunkten sowie ggf. in den Kehlbalkenanschlusspunkten und die Dachüberstände (falls vorhanden).

Weiterhin wird hier über den Einsatz eines Kehlbalkens entschieden. Entsprechende Interaktionselemente werden angeboten.

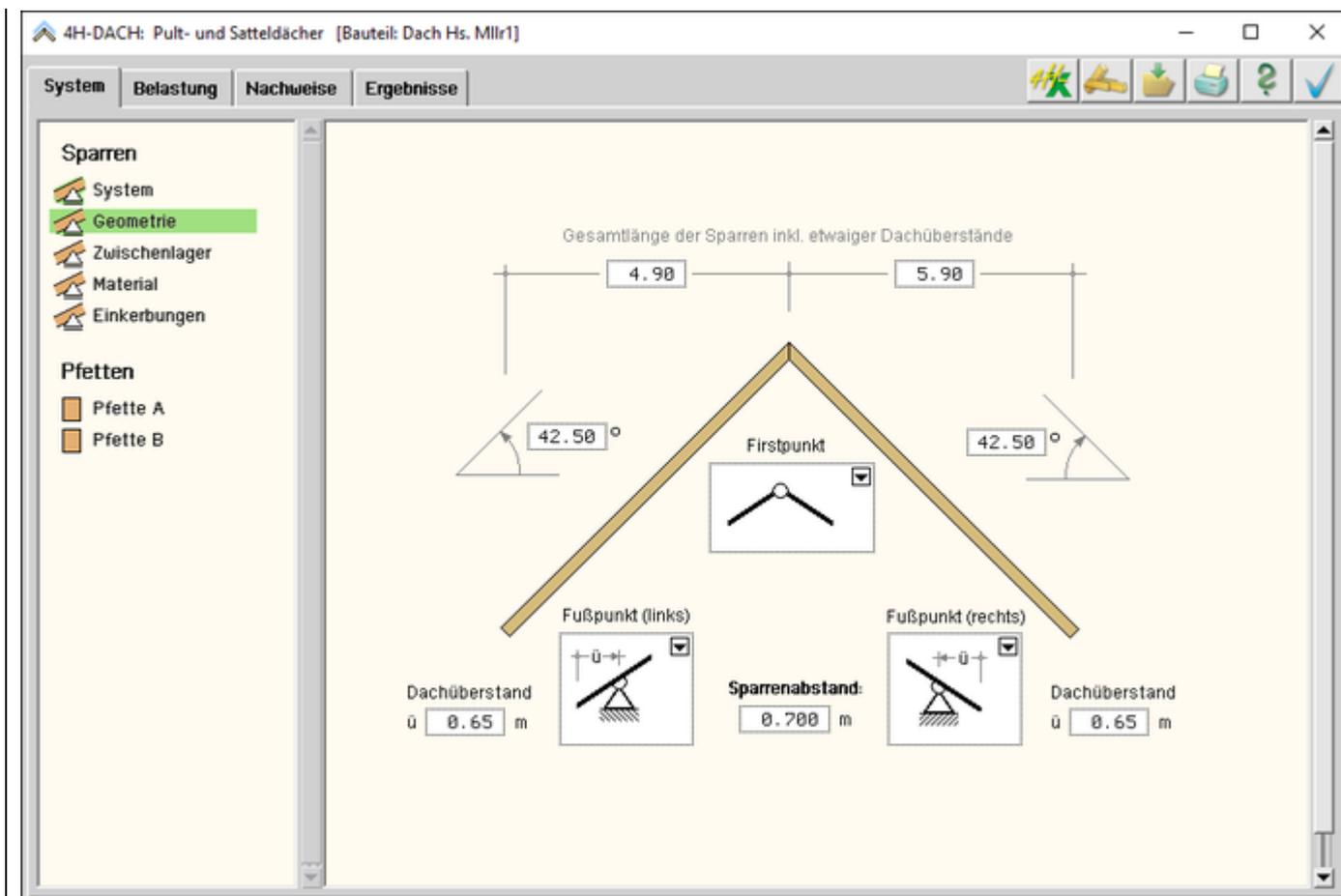


Bild vergrößern 

System - Zwischenlager

Die Seite *Zwischenlager* muss nur dann bearbeitet werden, wenn zu den bereits auf der Seite *Geometrie* beschriebenen Lagern weitere Lager im Innern der sich ergebenden Felder definiert werden müssen.

Ein Stababschnitt ist anzuklicken, um ein Zwischenlager zu erzeugen.

Ein bereits erzeugtes Zwischenlager wird angeklickt, um es zu modifizieren bzw. zu löschen.

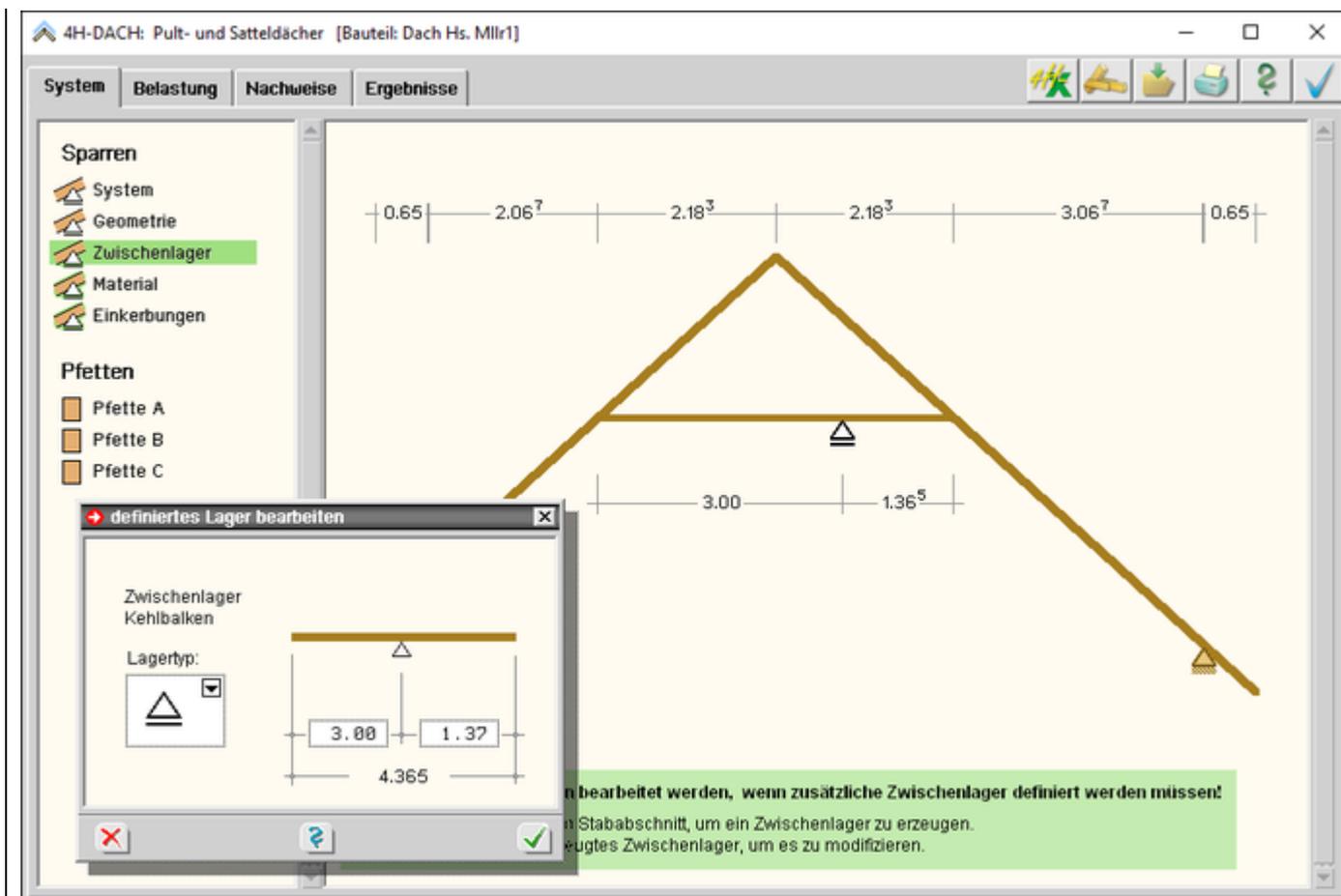


Bild vergrößern 

System - Material

Auf der Seite *Material* werden zunächst das zu verbauende Material (Nadelholz, Laubholz, Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Kerto, Steico) sowie die Holzgüte festgelegt.

Die Auswahlliste für die Holzgüte enthält neben den neuen Bezeichnungen der DIN 1052 (2008) bei vollständiger Affinität auch die alten Bezeichnungen (in Klammern). Die Bezeichnungen gelten ebenfalls für Eurocode-Nachweise. Im Rahmen der Eurocodeumstellung wurden zwei weitere Laubholzgüten aufgenommen.

Darüber hinaus werden auf dieser Seite die Querschnittsabmessungen (Rechteckquerschnitt mit Höhe h und Breite b) der beiden Sparren und (falls vorhanden) des Kehlbalkens festgelegt.

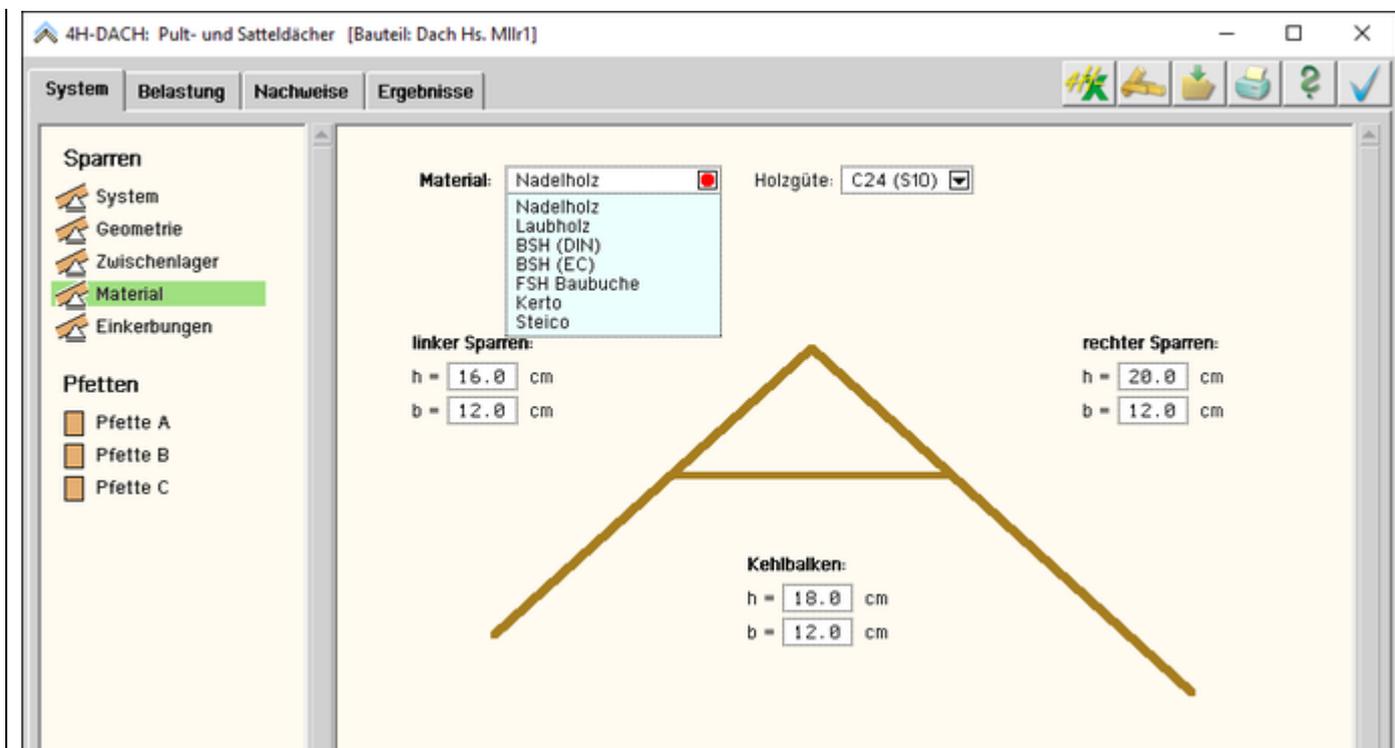


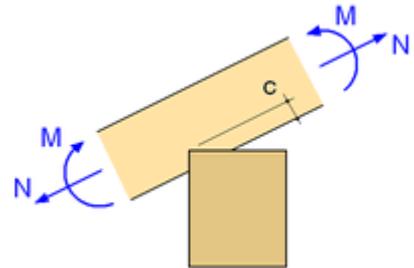
Bild vergrößern 

System - Einkerbungen

Einkerbungen sind punktuelle Querschnittsschwächungen im Auflagerbereich der Sparren, die bei der Nachweisführung (nicht jedoch bei der Schnittgrößenermittlung) berücksichtigt werden können.

Einkerbungen können an jedem Lagerpunkt der Sparren definiert werden.

Eine Kerbe wird erstens durch Addition des Versatzmomentes $\Delta M = \frac{1}{2} \cdot N \cdot c$ zum vorhandenen Moment, zweitens durch Verwendung des Nettoquerschnitts $b / (h - c)$ berücksichtigt.



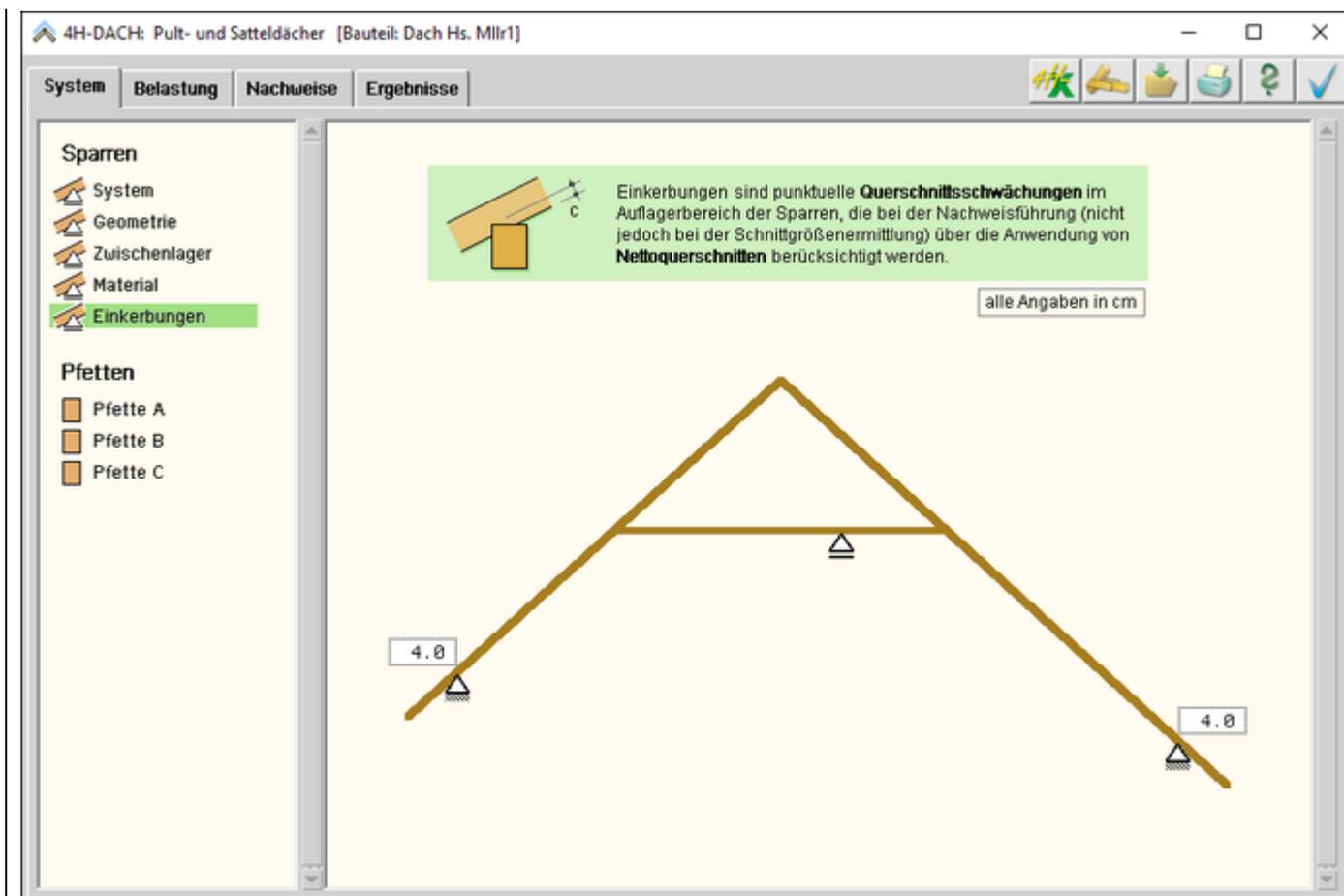
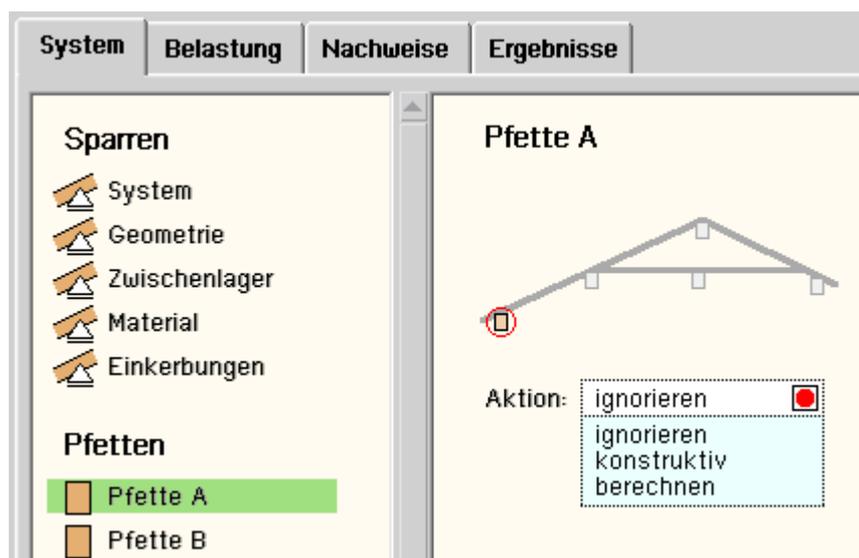


Bild vergrößern

System - Pfetten

Im Register *System* werden unter der Überschrift *Pfetten* die Seiten für die potenziellen Pfetten (A, B, C ...) angeboten, die den Auflagern des Sparrensystems (A, B, C ...) zugeordnet sind.

Klicken Sie eine der Pfetten an, um eine Aktion für die Pfette festzulegen. In der Skizze im Darstellungsfenster wird die Lage der gewählten Pfette zur Orientierung angezeigt.



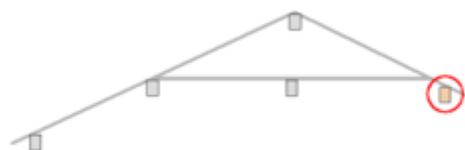
Als Aktionen können gewählt werden

ignorieren die Pfette wird nicht berechnet und erscheint auch nicht in der Druckliste (Voreinstellung)

konstruktiv die Pfette wird nicht berechnet. Der konstruktiv gewählte Querschnitt wird gemeinsam mit einem optionalen Text in der Druckliste protokolliert. Beispiel

11. Pfette D

11.1. Lage, Kennwerte, Erläuterungen



Material: Nadelholz: C24
Querschnitt: b = 18.0 cm, h = 18.0 cm

Die Pfette wird kontinuierlich auf dem Stahlbetondrempel gelagert. Zur Lagesicherung und gegen Abheben wird die Pfette in regelmäßigen Abständen ≤ 1.50 m durch einen Anker der Marke ABC gesichert.

berechnen die Pfette wird berechnet und nachgewiesen. Im weiteren Verlauf dieses Dokuments wird nur noch dieser Fall behandelt.

Soll die Pfette berechnet und nachgewiesen werden, gelten die Einstellungen und Vorgaben im Register *Nachweise* sinngemäß. D.h., es werden dieselben Nachweise mit denselben Sicherheits-, Kombinations- und Modifikationsbeiwerten für die Pfetten wie bei der Berechnung des Gespärres geführt.

Da sich die Belastung der Pfetten i.W. aus den Lagerreaktionskräften der korrespondierenden Lager rekrutiert, ist der Eingabeaufwand zur Beschreibung der Pfetten minimal.

Die Berechnung der Pfetten erfolgt automatisch nach vollendeter Berechnung des Gespärres.

Es erfolgt **keine** Gesamtberechnung als 3D-System. Deshalb wird empfohlen, die Berechnung der Pfetten erst dann zu aktivieren, wenn alle Nachweise der Sparren (und ggf. Kehlbalken) erfolgreich durchgeführt wurden.

Bei nachträglichen Änderungen in der Sparrenberechnung müssen stets auch die Ergebnisse der Pfettenberechnung erneut überprüft werden!

Wählen Sie für die aktuell ausgewählte Pfette die Aktion **berechnen** und machen die erforderlichen Angaben.

Pfette A

Aktion: berechnen

Material: Nadelholz
Holzgüte: C24 (S10)

Wichte γ 5.00 kN/m³
 Zusatzlast 0.00 kN/m

System:
 links gelagert Anzahl Felder 3 Einzellängen rechts gelagert

△A1 (1) △A2 (2) △A3 (3) △A4

4.00 4.00 4.00 12.00

Die Pfette wird auf Doppelbiegung bemessen. Das o. a. System gilt für beide Richtungen.

In dem hier eingeblendeten Formblatt können im oberen Bereich Material und Holzgüte sowie die Querschnittabmessungen festgelegt werden.

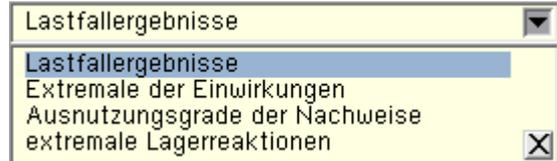
Die Wichte kann automatisch ermittelt und eine Zusatzlast dem Lastfall Eigengewicht zugeordnet werden.

Im unteren Bereich wird das statische System beschrieben. Hierbei handelt es sich i.d.R. um einen mehrfeldrigen Durchlaufträger, der an den Enden entweder gelagert ist oder als Kragarm ausgebildet wird.

Ergebnisse

Im Register *Ergebnisse* (unter der Überschrift *Pfetten*) wird für jede berechnete Pfette eine entsprechende Seite zum Studium der Rechenergebnisse angeboten.

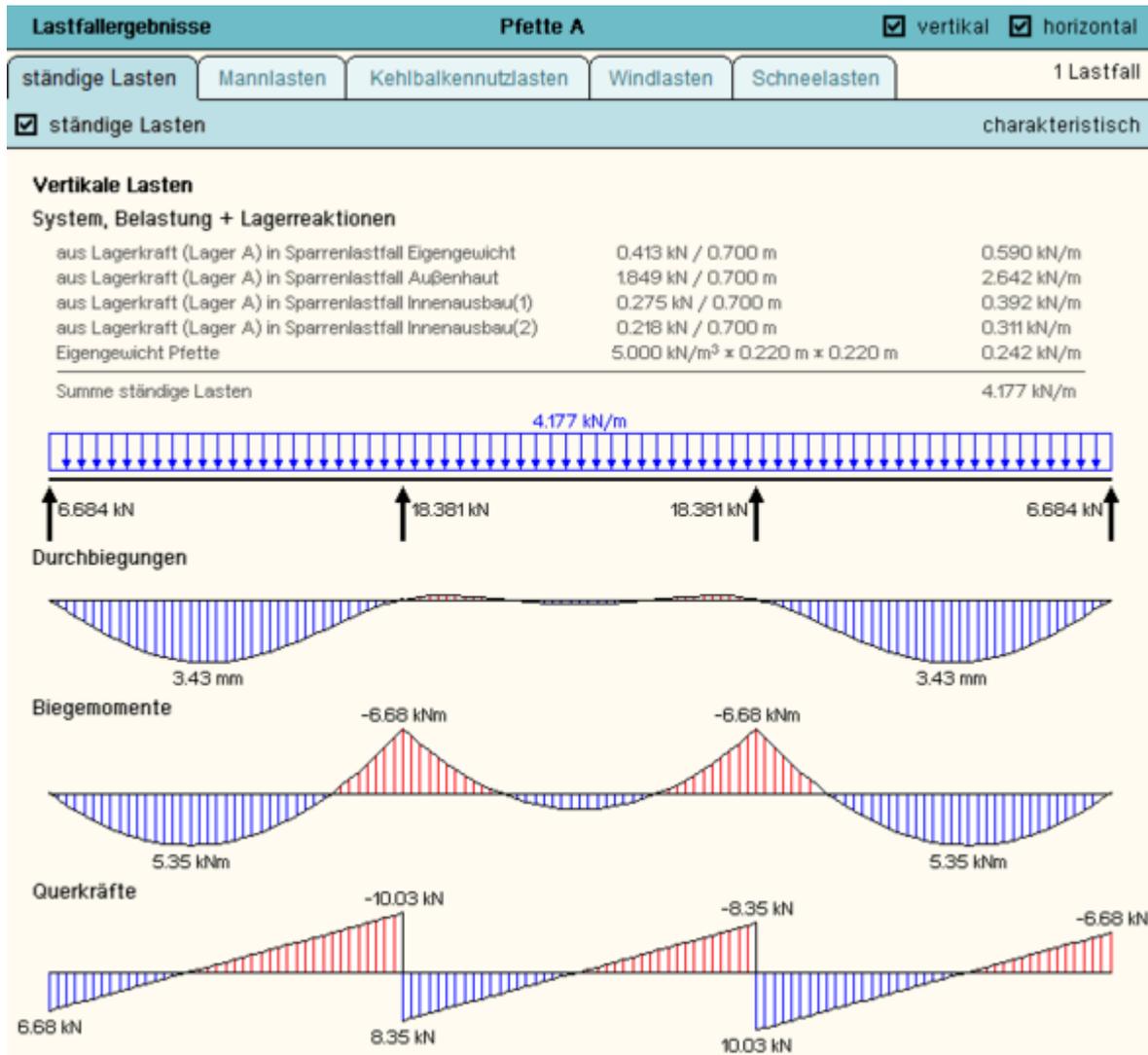
Wird eine dieser Seiten ausgewählt, erscheint oberhalb des Darstellungsfensters eine Auswahlliste, in der die Art des gesuchten Ergebnisses angesteuert werden kann.



Hierin wird zwischen den nebenstehend dargestellten Ergebnisarten unterschieden.

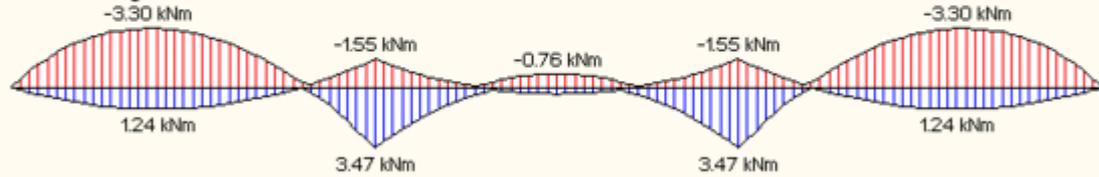
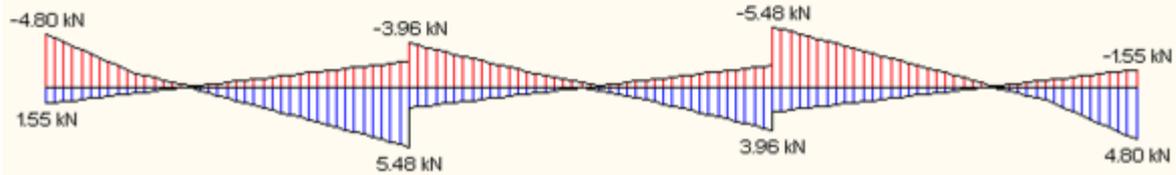
Lastfallergebnisse

Zu den Lastfallergebnissen gehören die Zusammenstellung der Lasten, die Auflagerreaktionen, die Verformungen und die Schnittgrößen, die in den Einwirkungen zugeordneten Registern angeboten werden.



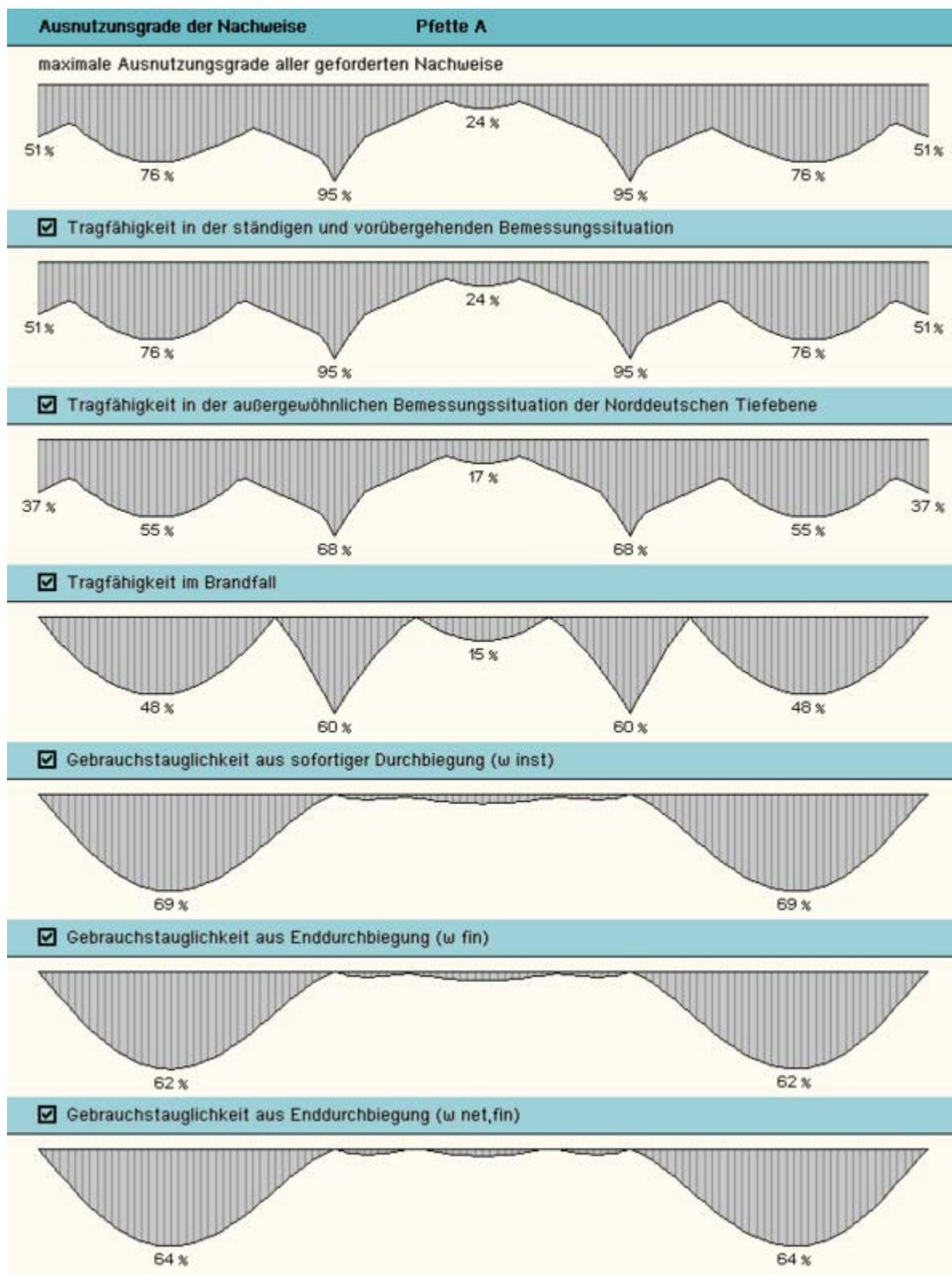
Extremale der Einwirkungen

Hier können die extremalen Verformungen und Schnittgrößen aus allen Lastfällen derselben Einwirkung eingesehen werden. Als Beispiel werden hier die extremalen Windlasten dargestellt.

Vertikale Lasten**extremale Verformungen****extremale Biegemomente****extremale Querkräfte****Ausnutzungsgrade der Nachweise**

Hier können die Funktionen der Ausnutzungsgrade der einzelnen Nachweise eingesehen werden.

Als erstes wird stets die Funktion der Extremalen über alle geführten Nachweise dargestellt.



Extremale Lagerreaktionen

Hier können die extremalen Lagerreaktionen der die Pfetten stützenden Einzellager eingesehen werden.

extremale Lagerreaktionen (einwirkungsweise, charakteristisch)						Pfette A
Lager	Einwirkung					
	G ständig	M Mannlasten	N Nutzlasten	W Wind	S Schnee	Σ Summe
maximal vertikal:						
A1	6.684	0.400	0.839	1.549	3.189	12.661
A2	18.381	0.725	2.307	4.260	8.770	34.443
A3	18.381	0.725	2.307	4.260	8.770	34.443
A4	6.684	0.400	0.839	1.549	3.189	12.661
minimal vertikal:						
A1	6.684	-0.075	-0.120	-4.801	0.000	1.688
A2	18.381	-0.150	-0.330	-9.421	0.000	8.480
A3	18.381	-0.150	-0.330	-9.421	0.000	8.480
A4	6.684	-0.075	-0.120	-4.801	0.000	1.688
maximal horizontal:						
A1	-7.235	0.000	0.257	4.354	0.000	-2.623
A2	-19.895	0.000	0.707	10.875	0.000	-8.313
A3	-19.895	0.000	0.707	10.875	0.000	-8.313
A4	-7.235	0.000	0.257	4.354	0.000	-2.623
minimal horizontal:						
A1	-7.235	0.000	-1.800	-3.323	-3.432	-15.790
A2	-19.895	0.000	-4.950	-9.137	-9.439	-43.421
A3	-19.895	0.000	-4.950	-9.137	-9.439	-43.421
A4	-7.235	0.000	-1.800	-3.323	-3.432	-15.790

Alle hier beschriebenen Ergebnisse können optional auch in der Druckliste ausgegeben werden.

Belastung

Das Register *Belastung* enthält die Eingabeseiten **ständige Lasten**, **Nutzlasten**, **Windlasten** und **Schneelasten**.



Wenn im Folgenden auf die Normen DIN 1055-1 und DIN 1055-3 verwiesen wird, sollte man wissen, dass die Regelungen dieser Normen im deutschen nationalen Anhang zu den entsprechenden Eurocodes zur nationalen Anwendung übernommen wurden.

Dies gilt für Wind- und Schneelasten nur eingeschränkt.

Belastung - ständige Lasten



ständige Lasten

Nach Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols im linken Fenster kann die Anzahl der zur Einwirkung der *ständigen Lasten* gehörenden Lastfälle festgelegt werden.

Zur Auswahl stehen die Lastfälle *Eigengewicht*, *Gewichtslasten der Außenhaut* sowie maximal drei unterschiedliche *Innenausbau*-Lastfälle.



Bild vergrößern

Eigengewicht

Nach Anklicken des dargestellten Symbols kann die Wichte der tragenden Konstruktion (Sparren, Kehlbalken) kontrolliert und, falls erforderlich, geändert werden.

Die Wichte wird im Regelfall automatisch aus den Materialangaben unter Register *System* nach DIN 1055-1, Abs. 5.8 Tab.9, ermittelt.

Wenn diese Automatik nicht gewünscht wird, wird das **Automatiksymbol** () angeklickt, um den Haken in der symbolischen Schaltfläche zu lösen.

Danach kann ein anderer Wert für die Wichte vorgeben werden.



Bild vergrößern 

Außenhaut

Über das dargestellte Symbol wird die Belastung aus dem Eigengewicht der Außenhaut festgelegt.

Hier kann in bis zu vier Zeilen eine formale Beschreibung der belastenden Anteile mit den zugeordneten Lastwerten angegeben werden.

Die Lastwerte werden automatisch zu der Lastsumme addiert und mit dem Sparrenabstand multipliziert.

Die Lastbeschreibungen können permanent (schreibtisch-global) gespeichert werden, so dass sie späteren Dachkonstruktionen zur Verfügung stehen.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

ständige Lasten

- Eigengewicht
- Außenhaut**
- Innenausbau(1)
- Innenausbau(2)
- Innenausbau(3)

Nutzlasten

- Mannlasten
- auf Kehlbalken

Windlasten

- Wind von links
- Wind von rechts
- Wind auf Giebel

Schneelasten

- Schnee voll
- Verwehung links
- Verwehung rechts

Eigengewicht der Außenhaut

Falzziegel nach DIN 456 einschl. Lattung = 0.550 kN/m²

Dampfsperre aus Kunststoffbahn = 0.020 kN/m²

6 cm Faserdämmstoffe nach DIN 18 165 = 0.060 kN/m²

 [Belastung speichern / laden](#) Lastsumme = 0.630 kN/m²

Lastordinate $q = \text{Lastsumme} \times \text{Sparrenabstand} = 0.630 \text{ kN/m}^2 \times 0.700 \text{ m} = \underline{\underline{0.441 \text{ kN/m}}}$

Bild vergrößern 

 **Innenausbau(x)** Die Beschreibung der Innenausbaulastfälle erfolgt wieder in einer Beschreibungstabelle wie bereits bei der Außenhaut dargestellt.

Zusätzlich zu den Lastordinaten kann bei den Innenausbaulastfällen festgelegt werden, welche Balkenabschnitte von der Last betroffen sind.

Diese Auswahl erfolgt durch Anklicken der Balkenabschnitte.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

Klicken Sie einen Balkenabschnitt an, um die zugehörige Abschnittslast zu (de)aktivieren!

Eigengewicht des Innenausbaus (1)

ständige Lasten

- Eigengewicht
- Außenhaut
- Innenausbau(1)
- Innenausbau(2)
- Innenausbau(3)

Nutzlasten

- Mannlasten
- auf Kehlbalken

Windlasten

- Wind von links
- Wind von rechts
- Wind auf Giebel

Schneelasten

- Schnee voll
- Verwehung links
- Verwehung rechts

3/5 Lattung = 0.030 kN/m²

1,3 cm Spanplatte DIN 68 763 = 0.100 kN/m²

Belastung speichern / laden

Lastsumme = 0.130 kN/m²

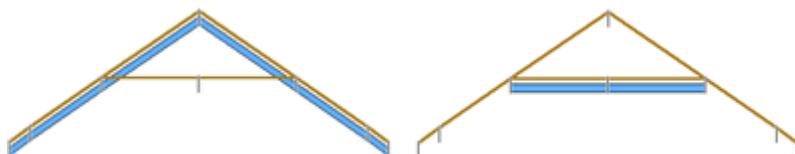
Lastordinate $q = \text{Lastsumme} \times \text{Sparrenabstand} = 0.130 \text{ kN/m}^2 \times 0.700 \text{ m} = \underline{\underline{0.091 \text{ kN/m}}}$

Bild vergrößern 

Beispielsweise kann bei einem Dachprojekt folgende Lastanordnung festgelegt werden (drei Innenausbaulastfälle)



Beim nächsten Projekt könnten wiederum beispielhaft zwei Innenausbaulastfälle wie folgt festgelegt werden



Belastung - Nutzlasten

Nutzlasten

Über das dargestellte Symbol wird die Anzahl der Nutzlasteinwirkungen festgelegt. Zur Auswahl stehen die Einwirkungen

- Mannlasten auf Außenhaut nach DIN 1055-3 Abs.6.2 / Tab. 2, sowie
- Nutzlasten auf Kehlbalken n. DIN 1055-3 Abs. 6.1 / Tab. 1 (bei vorh. Kehlbalken)



Bild vergrößern

Mannlasten Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols werden die Festlegungen zu den Mannlastlastfällen kontrolliert und, falls erforderlich, geändert.

Im Eingabefenster sind die Mannlaststellungen dargestellt, die jeweils in Feldmitte - bei Kragarmen am Kragarmende - angeordnet sind.

Durch Klicken auf einen Belastungspfeil wird die Last deaktiviert. Es erscheint an der Stelle ein rotes Kreuz. Durch Anklicken des roten Kreuzes wird die Deaktivierung rückgängig gemacht.

Jede definierte Laststellung wird in einem separaten Lastfall untersucht.

Alle Lastfälle der Einwirkung *Mannlasten* verstehen sich als alternative Laststellungen, so dass bei der Schnittgrößenüberlagerung nur jeweils einer (der ungünstigste) berücksichtigt wird.

Entspr. DIN 1055-3, 6.2 (6), werden Mannlasten niemals mit Schneelasten kombiniert.

Durch Deaktivierung des **Automatiksymbols** () kann die Lastordinate, die gemäß DIN 1055-3, Abs. 6.2 Tab. 2, mit dem Wert 1.0 kN vorbelegt ist, mit einem anderen Wert überschrieben werden.

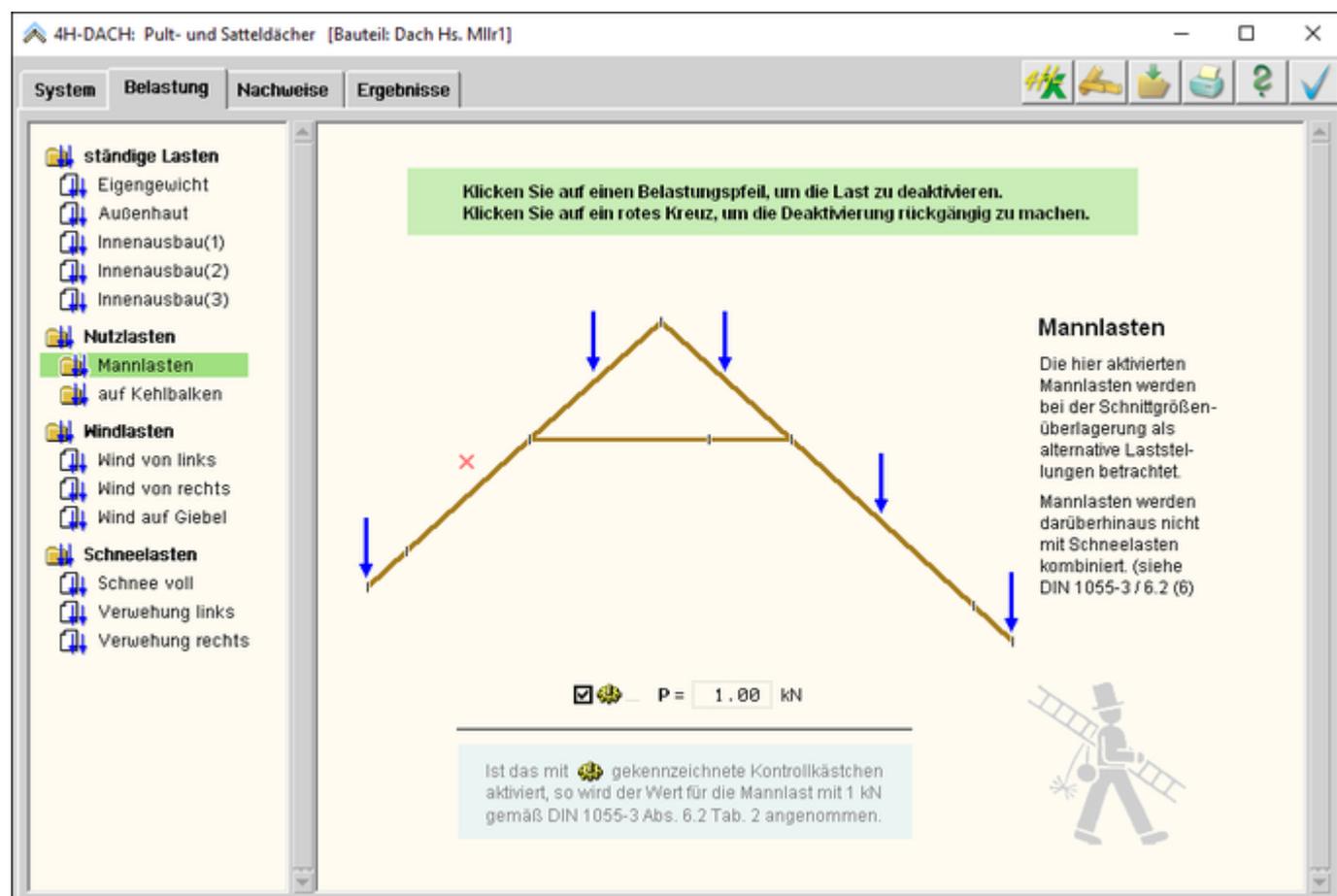
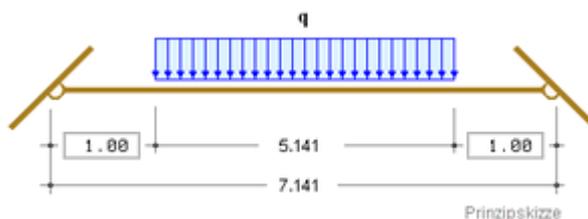


Bild vergrößern

 **auf Kehlbalken** Über das dargestellte Symbol erfolgen die Festlegungen zu den Kehlbalkennutzlasten.



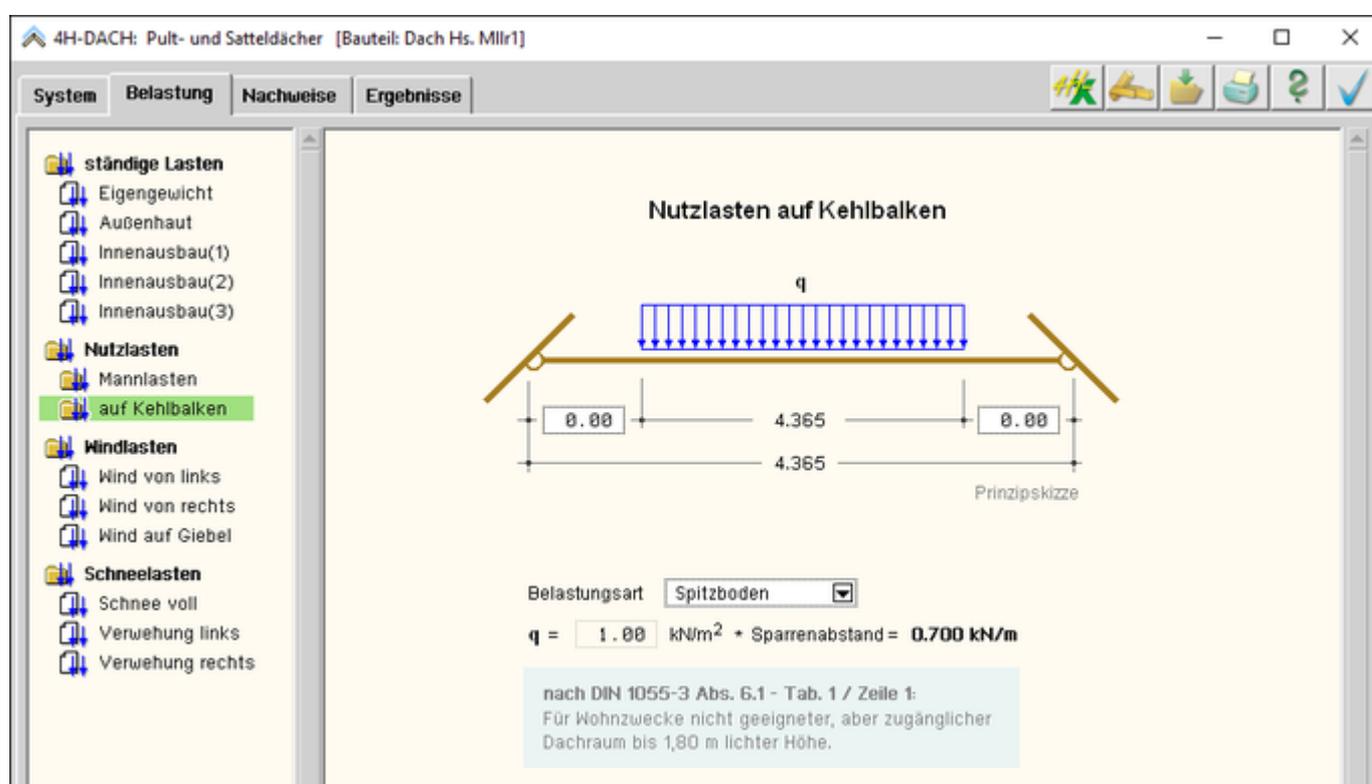
Zunächst kann in einer vermaßten Systemskizze der Abstand vom Sparren (etwa wg. fehlender Kopfhöhe) vorgegeben werden (s. Abb.).

Die Lastordinate ergibt sich aus den Belastungsarten *Spitzboden* n. DIN 1055-3, Abs. 6.1 - Tab. 1 / Zeile 1, *Aufenthaltsraum* n. DIN 1055-3 Abs. 6.1 - Tab. 1 / Zeile 3, oder als benutzerdefiniert.

Im letztgenannten Falle muss eine Lastordinate direkt vorgegeben werden.

Ist der Kehlbalken durch die Definition von Zwischenlagern gelagert, wird für jedes Feld ein eigenständiger Lastfall untersucht.

Die sich so ergebenden Lastfälle verhalten sich bei der Überlagerung additiv; sie werden also einzeln wie auch gemeinsam wirkend bei der Extremwertbildung angenommen.



4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mllr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

ständige Lasten
 Eigengewicht
 Außenhaut
 Innenausbau(1)
 Innenausbau(2)
 Innenausbau(3)

Nutzlasten
 Mannlasten
auf Kehlbalken

Windlasten
 Wind von links
 Wind von rechts
 Wind auf Giebel

Schneelasten
 Schnee voll
 Verwehung links
 Verwehung rechts

Nutzlasten auf Kehlbalken

Prinzipische Skizze

Belastungsart

$q = 1.00 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{Sparrenabstand} = 0.700 \text{ kN/m}$

nach DIN 1055-3 Abs. 6.1 - Tab. 1 / Zeile 1:
 Für Wohnzwecke nicht geeigneter, aber zugänglicher
 Dachraum bis 1,80 m lichter Höhe.

Bild vergrößern 

Belastung - Windlasten

Alle Windlastfälle werden vom Schnittgrößenüberlagerungsprozess als alternative Lastfälle betrachtet.

 **Windlasten** Festlegung allgemeiner Angaben zur Einwirkung der Windlasten.

Zunächst können bestimmte Windrichtungen von der statischen Berechnung ausgeschlossen werden.

Hiernach müssen die Windzone sowie die Höhe über NN eingegeben werden.

Hierzu kann das Programm **4H-WUSL**, Wind- und Schneelasten, konsultiert werden (so es unter DTE[®] installiert ist), um die Werte in Abhängigkeit von der Ortsbezeichnung ermitteln zu lassen.

In der nachfolgenden Auswahlliste sind eines der unter DIN 1055-4 dargestellten Bodenrauhigkeitsprofile auszuwählen und die Abmessungen des Gesamtbauwerks (h/b/d) anzugeben.

Die mit dem **Automatiksymbol** () gekennzeichneten Eingabefelder werden im Normalfall automatisch

ausgefüllt. Diese Automatik kann durch Anklicken des Symbols ausgeschaltet werden.

Die hier festzulegenden Eigenschaften dienen i.W. dazu, den "böenabhängigen Geschwindigkeitsdruck" $q(h)$ zu bestimmen, der als maßgebliche Eingangsgröße auf den nachfolgenden Seiten angesehen werden kann.

Die Ermittlung entspricht den Vorschriften der DIN 1055-4, wie auch dem Eurocode 1(4) unter Anwendung des deutschen nationalen Anhangs (DIN EN 1991-1-4/NA).

Falls der Gebäudestandort außerhalb Deutschlands liegt oder weitere spezielle Vorgaben (wie etwa Berücksichtigung der Topographie) benötigt werden, kann der Wert für $q(h)$ direkt mit dem [pcae-Programm 4H-WUSL](#) ermittelt und hier eingetragen werden. Hierzu ist der [Automatikschalter](#) zu lösen.

zu untersuchende Windrichtungen: Wind von links Wind von rechts Wind auf Giebel

4H-WUSL aufrufen

Windzone nach DIN 1055-4 Anhang A.1
 Tabellenwert
 nur für Werte > 800 relevant
 nach DIN 1055-4 Anhang A.2
 Rechenwert

$q_{ref} = 0.39$ kN/m²
 h+NN m
 Faktor
 $\Rightarrow q_{ref} = 0.39$ kN/m²

Bodenrauigkeitsprofil
 Mischprofil der Geländekategorien II und III

Gebäudemodell

h = m
 b = m
 d = m

$q(z) = 1.5 q_{ref}$ für $z < 7$ m
 $q(z) = 1.7 q_{ref} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.37}$ für $7 \text{ m} < z < 50 \text{ m}$
 $q(z) = 2.1 q_{ref} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.24}$ für $50 \text{ m} < z < 300 \text{ m}$

$q(h) = 0.67$ kN/m²

Die mit gekennzeichneten Eingabewerte werden automatisch ermittelt.

Bild vergrößern

Wind von links Durch Klicken auf das nebenstehend dargestellte Symbol werden die sich normengerecht ergebenden Windlastordinaten für die Windrichtung *Wind von links* eingesehen.

Mit den Eingangswerten h/b und den Dachneigungen werden die Lastordinaten unter Zuhilfenahme der Tab. 3 und 6 der DIN 1055-4 durch Interpolation der dort angegebenen Winddruckbeiwerte automatisch ermittelt und ausgewiesen.

Die Aufteilung der Lasten in die Bereiche D, E, F, G, H, I und J wird in einer Prinzipskizze dargestellt.

I.d.R. gehören zu einer zu untersuchenden Windrichtung mehrere Lastfälle, da der Randbereich des Dachs häufig anders belastet werden muss als der Mittelbereich, des Weiteren in den Tabellen der DIN 1055-4 alternative Werte angegeben sind, die ebenfalls als Belastung anzusetzen sind.

Während die sich ergebenden Lastordinaten im Darstellungsfenster vom Benutzer nicht geändert werden können, besteht die Möglichkeit, bestimmte Lastfälle von der Berechnung auszuschließen.

Wenn im Nachlauf von 4H-DACH Pfettenberechnungen durchgeführt werden sollen, ist vom Ausschluss bestimmter Lastfälle abzusehen, da hier die Ergebnisse für die Rand-, Mittel- und Endbereiche sehr wohl benötigt werden.

Die hier genannten Tabellen der DIN 1055-4 haben Entsprechungen im Eurocode, die vom Programm im Falle einer Eurocodebemessung ausgewertet werden. Die Tabelleninhalte ähneln einander sehr, sind aber nicht in allen Werten identisch.

Bei Anwendung von Eurocode kann die Berechnung bei bestimmten Parameterkonstellationen zu günstigeren Ergebnissen führen.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

- ständige Lasten
 - Eigengewicht
 - Außenhaut
 - Innenausbau(1)
 - Innenausbau(2)
 - Innenausbau(3)
- Nutzlasten
 - Mannlasten
 - auf Kehlbalken
- Windlasten
 - Wind von links**
 - Wind von rechts
 - Wind auf Giebel
- Schneelasten
 - Schnee voll
 - Verwehung links
 - Verwehung rechts

mittlerer Bereich **Wind von links**

Randbereich

$e = \min(d, 2h) = 12.00 \Rightarrow \frac{e}{10} = 1.20 \text{ m}$ $q = c_{pe,10} \cdot q(h) \cdot \text{Sparrenabstand}$

EC 1-1-4	Tabelle 7.4a					Tabelle 7.1	
	$\alpha = 43^\circ$					$h/b = 1.21$	
Bereich	F	G	H	I	J	D	E
$c_{pe,10} (-)$	-0.08	-0.08	-0.03	-0.23	-0.33	+0.88	-0.58
$q(-)$ kN/m	-0.04	-0.04	-0.02	-0.11	-0.16	+0.37	-0.23
$c_{pe,10} (+)$	+0.78	+0.78	+0.57	+0.00	+0.00	Tabellenwerte sind ggfls. interpoliert.	
$q(+)$ kN/m	+0.33	+0.33	+0.27	+0.00	+0.00		

Bild vergrößern

Wind von rechts sinngemäß wie *Wind von links*

Wind auf Giebel Durch Klicken auf das nebenstehend dargestellte Symbol werden die sich normengerecht ergebenden Windlastordinaten für die Windrichtung *Wind auf Giebel* eingesehen.

Prinzipiell verhält sich die Seite im Eingabefenster wie die Seiten *Wind von links* und *Wind von rechts*.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

- ständige Lasten
 - Eigengewicht
 - Außenhaut
 - Innenausbau(1)
 - Innenausbau(2)
 - Innenausbau(3)
- Nutzlasten
 - Mannlasten
 - auf Kehlbalken
- Windlasten
 - Wind von links
 - Wind von rechts
 - Wind auf Giebel**
- Schneelasten
 - Schnee voll
 - Verwehung links
 - Verwehung rechts

Randbereich **mittlerer Bereich** **hinterer Bereich** **Wind auf Giebel**

$e = \min(b, 2h) = 8.50 \Rightarrow \frac{e}{4} = 2.13 \text{ m}$ $q = c_{pe,10} \cdot q(h) \cdot \text{Sparrenabstand}$

EC 1-1-4	Tabelle 7.4b							
	linker Sparren $\alpha = 43^\circ$				rechter Sparren $\alpha = 43^\circ$			
Bereich	F	G	H	I	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1.18	-1.48	-0.88	-0.58	-1.18	-1.48	-0.88	-0.58
Last q	-0.52	-0.66	-0.41	-0.23	-0.52	-0.66	-0.41	-0.23

interpoliert kN/m

Bild vergrößern

Belastung - Schneelasten

Alle Schneelastfälle werden vom Schnittgrößenüberlagerungsprozess als alternative Lastfälle betrachtet. Zusätzlich gilt, dass Schneelastfälle nicht gemeinsam mit Mannlasten kombiniert werden (vgl. DIN 1055-3 / 6.2 (6)).

 **Schneelasten** allgemeine Angaben zur Einwirkung der Schneelasten.

Zunächst müssen Angaben zur Schneelastzone und zur Höhe über NN gemacht werden.

Das Programm **4H-WUSL**, Wind- und Schneelasten, kann hier behilflich sein.

Die hieraus resultierende Schneegrundlast s_k wird normalerweise vom Programm automatisch ermittelt. Ist dies nicht erwünscht, kann die Eingabe des Werts durch Anklicken des **Automatiksymbols** () ermöglicht werden.

Das Gebäudemodell unterscheidet zwischen *freistehend*, *Reihenendhaus (links)*, *Reihenhaus (Mitte)* und *Reihenendhaus (rechts)*.

Je nach Auswahl dieses Gebäudemodells ergibt sich eine gewisse Anzahl von zu untersuchender Lastfälle, die jedoch vom Benutzer deaktiviert werden können.

Bzgl. der von 4H-DACH angewendeten Untermenge der Vorschriften sind die Regelungen der DIN 1055-5 mit denen von Eurocode identisch.

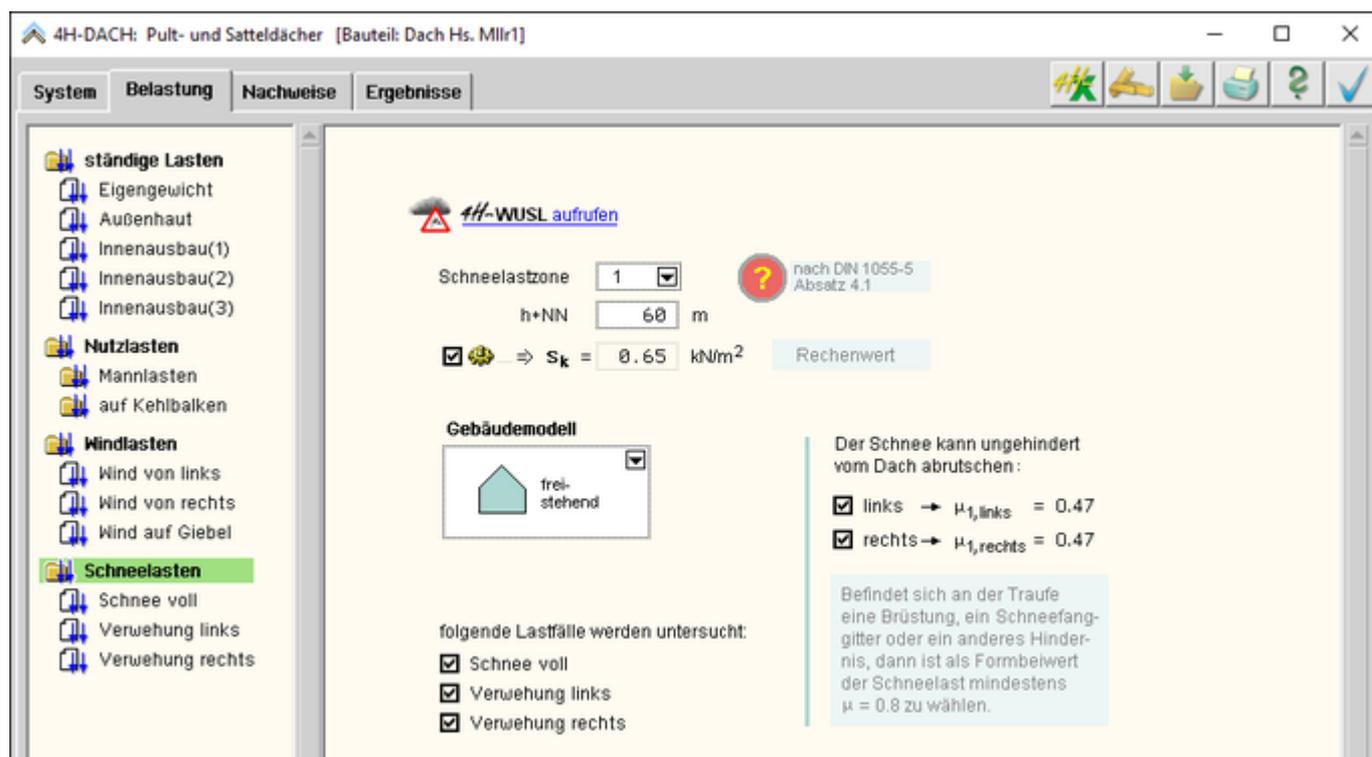


Bild vergrößern 

 **Schnee voll** sich normengerecht ergebende Schneelastordinaten für den Lastfall *Schnee voll*

Die Linienlasten ergeben sich n. DIN 1055-5, Abs. 4.2.3, unter Verwendung der Formbeiwerte n. Abs. 4.2.5.

Sind unter Register *System* Dachüberstände angegeben, werden zusätzlich Einzellasten n. DIN 1055-5, Abs. 5.1, angesetzt.

Diese Werte ergeben sich insbesondere unter Berücksichtigung der Ergänzungen in der Musterliste der technischen Baubestimmungen vom Februar 2007.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

ständige Lasten
 Eigengewicht
 Außenhaut
 Innenausbau(1)
 Innenausbau(2)
 Innenausbau(3)

Nutzlasten
 Mannlasten
 auf Kehlbalken

Windlasten
 Wind von links
 Wind von rechts
 Wind auf Giebel

Schneelasten
Schnee voll
 Verwehung links
 Verwehung rechts

Schnee voll

Prinzipalskizze

linke Seite: $\alpha = 43^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.47 \rightarrow q_{\text{links}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.21 \text{ kN/m}$
 rechte Seite: $\alpha = 43^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.47 \rightarrow q_{\text{rechts}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.21 \text{ kN/m}$

Einzellasten: linke Seite: $S_{e \text{ links}} = 0.4 a (\mu_1(\alpha) s_k)^2 / \gamma = 0.01 \text{ kN}$
 rechte Seite: $S_{e \text{ rechts}} = 0.4 a (\mu_1(\alpha) s_k)^2 / \gamma = 0.01 \text{ kN}$

$\gamma = 3.0 \text{ kN/m}^3$ $a = \text{Sparrenabstand}$ Einzellasten S_e nur bei Dachüberständen
 DIN 1055-5 Abs. 4.2.3 und Abs. 5.1 sowie Musterliste der techn. Baubestimmungen vom Febr. 2007
 auch EC 1-1-3 (NA-DE)

Bild vergrößern

- Verwehung links** sich normengerecht ergebende Schneelastordinaten für den Lastfall *Verwehung links*
 Die Linienlasten ergeben sich n. DIN 1055-5, Abs. 4.2.3 (c).
 Dieser Lastfall ist nur beim Gebäudemodell *freistehend* vorgesehen.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

ständige Lasten
 Eigengewicht
 Außenhaut
 Innenausbau(1)
 Innenausbau(2)
 Innenausbau(3)

Nutzlasten
 Mannlasten
 auf Kehlbalken

Windlasten
 Wind von links
 Wind von rechts
 Wind auf Giebel

Schneelasten
 Schnee voll
Verwehung links
 Verwehung rechts

Verwehung links

Prinzipalskizze

linke Seite: $\alpha = 43^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.47 \rightarrow q_{\text{links}} = \frac{1}{2} a \mu_1(\alpha) s_k = 0.11 \text{ kN/m}$
 rechte Seite: $\alpha = 43^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.47 \rightarrow q_{\text{rechts}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.21 \text{ kN/m}$

Ermittlung nach DIN 1055-5 Abs. 4.2.3 (b) $a = \text{Sparrenabstand}$
 wie auch nach EC 1-1-3 (NA-DE)

Bild vergrößern

Verwehung rechts

sich normengerecht ergebende Schneelastordinaten für den Lastfall *Verwehung rechts*
 Die Linienlasten ergeben sich n. DIN 1055-5, Abs. 4.2.3 (c).
 Dieser Lastfall ist nur beim Gebäudemodell *freistehend* vorgesehen.

Schneeverwehung

sich normengerecht ergebende Schneelastordinaten für den Lastfall *Schneeverwehung*
 Die Linienlasten ergeben sich n. DIN 1055-5, Abs. 4.2.4.
 Dieser Lastfall ist nur bei den nicht freistehenden Gebäudemodellen vorgesehen.

Schneeverwehung

Prinzipsskizze

$h = 5.41 \text{ m}$

$\bar{\alpha} = \frac{43^\circ + 43^\circ}{2} \rightarrow \mu_1 = \mu_1(\bar{\alpha}) = 0.47$
 $\mu_2(\bar{\alpha}) = 1.60$
 $\mu_2(h) = 17.10$
 $\mu_2 = 1.60$

$\mu_2(h) = \gamma \cdot h / s_k + \mu_1$ mit $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$
 $\mu_2 = \min(\mu_2(\bar{\alpha}), \mu_2(h))$

$q_{\text{First}} = a \mu_1 s_k = 0.21 \text{ kN/m}$ $q_{\text{Traufe}} = a \mu_2 s_k = 0.73 \text{ kN/m}$
 $q_{\text{links}} = a \mu_1(43^\circ) s_k = 0.21 \text{ kN/m}$

Ermittlung nach DIN 1055-5 Abs. 4.2.4 (b1) a = Sparrenabstand
 auch EC 1-1-3 (NA-DE)

Bild vergrößern

Nachweise

Das Register *Nachweise* enthält die Eingabeseiten zu **Tragfähigkeitsnachweisen** und **Gebrauchstauglichkeitsnachweisen** (hier Durchbiegungen).

Tragfähigkeitsnachweise - Hauptnachweis

Hauptnachweis

aktuelle Einstellungen zum Tragfähigkeitsnachweis für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen gemäß DIN 1052 (2008) bzw. Eurocode 5

Der Materialsicherheitsbeiwert wird vom Programm i.d.R. automatisch belegt.

Wenn diese Automatik nicht gewünscht wird, ist das **Automatiksymbol** () anzuklicken, um den Haken in der symbolischen Schaltfläche zu lösen. Nun kann ein anderer Wert für die Materialsicherheit vorgeben werden.

Die Nutzungsklasse muss vom Benutzer angegeben werden. Sie ist programmintern mit dem Wert 2 vorbelegt.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

Tragfähigkeit

- Hauptnachweis
- Stabilität
- Sondernachweis
- Brandschutz

Durchbiegung

- Einstellungen
- Vergleichslängen

Materialisicherheitsbeiwert $\gamma_M = 1.30$

Nutzungsklasse des Bauwerks 1

Die Nutzungsklasse 1 ist gekennzeichnet durch eine Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20° und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr einen Wert von 65% übersteigt, z. B. in allseitig geschlossenen und beheizten Bauwerken.

Die Schnittgrößenkombination erfolgt nach Eurocode

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte, Klasse der Lasteinwirkungsdauer

Einwirkung	γ_{Fsup}	γ_{Finf}	ψ_{dom}	ψ_{sub}	KLED	k_{mod}
ständige Lasten	1.35	1.00			ständig	0.60
Mannlasten	1.50	0.00	1.00	0.00	kurz	0.90
Kehlbalkennutzlasten	1.50	0.00	1.00	0.70	mittel	0.80
Windlasten	1.50	0.00	1.00	0.60	k. - s.k.	1.00
Schneelasten	1.50	0.00	1.00	0.50	kurz	0.90

Nettoquerschnitt infolge Einkerbungen verwenden

Bild vergrößern 

Im Normalfall erfolgt die Überlagerung der Schnittgrößen nach den Regeln der DIN 1055-100.

Gemäß DIN 1052, Abs. 5.2, dürfen beim Tragfähigkeitsnachweis für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen für Hochbauten vereinfachte Kombinationsregeln angewandt werden.

Da das letztgenannte Überlagerungsschema in seltenen Fällen günstigere Bemessungswerte liefert, sind beide Verfahren in 4H-DACH eingebaut. Der Benutzer kann zwischen den beiden zulässigen Verfahren wählen.

Dies gilt nicht bei Nachweisen nach Eurocode! Hier werden die Schnittgrößen allein nach EC 0 (entspr. DIN 1055-100) überlagert.

Die nachfolgende Tabelle, die den definierten Einwirkungen für die Schnittgrößenüberlagerung und die Ermittlung der Ausnutzungsgrade relevante Parameter zuordnet, wird im Normalfall vom Programm automatisch belegt.

Wenn diese Automatik nicht gewünscht wird, ist das **Automatiksymbol** () anzuklicken, um den Haken in der symbolischen Schaltfläche zu lösen. Anschließend kann die Tabelle inhaltlich bearbeitet werden.

In der Tabelle bedeuten

- γ_{Fsup} Teilsicherheitsbeiwert für eine ungünstige Auswirkung
- γ_{Finf} ... für eine günstige Auswirkung
- ψ_{Fdom} Kombinationsbeiwert für die führende Einwirkung nach DIN 1055-100
- ψ_{sub} ... für die nichtführende Einwirkung nach DIN 1055-100
- KLED Klasse der Lasteinwirkungsdauer gemäß DIN 1052, Abs. 7.1.2 Tab. 3 und 4
- k_{mod} Modifikationsbeiwert gemäß DIN 1052, Abs. 5.3 sowie Anhang F Tab. F.1

Bei Anwendung der vereinfachten Kombinationsregeln n. DIN 1052, Abs. 5.2, gelten folgende Kombinationsbeiwerte

- ψ_{NK} Kombinationsbeiwert für die Nebenkombination gem. DIN 1052, Abs. 5.2 (1)
- ψ_{HK} ... für die Hauptkombination gem. DIN 1052, Abs. 5.2 (2)

Für die Schnittgrößenkombination (Ermittlung der Extremalen) gelten grundsätzlich folgende Regeln

- die Schnittgrößen der Lastfälle aus ständigen Lasten werden zu einem Lastfall zusammengefasst. Es findet keine Kombination von günstig und ungünstig wirkenden ständigen Lasten statt.
- die Lastfälle der Mannlasten, Windlasten und Schneelasten stellen in ihrer jeweiligen Gruppe alternative Lastfälle dar. Hierbei wird der jeweils ungünstigste Lastfall an der Kombination beteiligt.
- die Lastfälle der Kehlbalkennutzlasten (falls diese Einwirkung wegen definierter Zwischenlager mehrere Lastfälle

enthält) verhalten sich bei der Kombination additiv.

Sie können also einzeln oder in Kombination miteinander zur ungünstigsten Bemessungsschnittgröße beitragen.

- die Lastfälle der Einwirkung *Mannlasten* werden nie mit den Lastfällen der Einwirkung *Schneelasten* kombiniert. Vgl hierzu DIN 1055-3, Abs. 6.2 (6).
- durch Anwendung des Modifikationsbeiwerts bei der Nachweisführung muss die Kombination mit den extremalen Schnittgrößen nicht automatisch auch zum maximalen Ausnutzungsgrad führen.

Deshalb wird für jede mögliche Kombination in jedem Bemessungspunkt der formale Nachweis vollständig mit dem der Kombination zugeordneten Modifikationsbeiwert geführt.

- der Nachweis wird in allen Bemessungspunkten geführt.

Bemessungspunkte sind hierbei alle Punkte, in denen Sprünge oder Knicke in Schnittgrößenverläufen existieren können (Abschnittsanfangs- und -endpunkte, Lagerpunkte, Angriffspunkte von Einzellasten, Start- und Endpunkte von Linienlasten).

Im Innern der verbleibenden Felder wird für die Bemessungspunkte ein regelmäßiger Abstand < 15 cm gewählt.

Zum Nachweis eines Bemessungspunkts gehören grundsätzlich folgende Teiluntersuchungen

$$U_{\sigma} = \frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} \dots\dots n. \text{ DIN 1052, Abs. 10.2.7, bzw. EC 5, 6.2.3, falls eine positive Normalkraft (Zug) vorherrscht}$$

$$U_{\sigma} = \left(\frac{\sigma_{c0,d}}{f_{c0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} \dots\dots n. \text{ DIN 1052, Abs. 10.2.8, bzw. EC 5, 6.2.4, falls eine negative Normalkraft (Druck) vorherrscht und der Knicknachweis deaktiviert wurde}$$

$$U_{\sigma} = \frac{|\sigma_{c0,d}|}{k_c \cdot f_{c0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} \dots\dots n. \text{ DIN 1052, Abs. 10.3.3 (mit } k_m = 1), / \text{ EC 5, 6.3.2, falls eine negative Normalkraft (Druck) vorherrscht und der Knicknachweis aktiviert wurde}$$

$$U_{\tau} = \frac{|\tau_d|}{f_{v,d}} \dots\dots n. \text{ DIN 1052, Abs. 10.2.9, bzw. EC 5, 6.1.7}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{t0,d} &= N_d/A \dots\dots N_d > 0 \\ \sigma_{m,d} &= M_d/W \\ \sigma_{c0,d} &= N_d/A \dots\dots N_d < 0 \\ \tau_d &= 1.5 \cdot V_d/A \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &N_d, M_d, V_d \text{ sind die aus einer bestimmten Kombination ermittelten, entspr. der gewählten Überlagerungsvorschrift faktorisierten Schnittgrößen} \\ &A, W \text{ sind die Querschnittswerte der Tragglieder; bei Einkerbungen werden ggf. die Nettoquerschnitte verwendet} \end{aligned}$$

k_c Knickbeiwert n. DIN 1052, Abs. 10.3.1 (64)

$$\left. \begin{aligned} f_{t0,d} &= k_{mod}/\gamma_M \cdot f_{t0,k} \\ f_{m,d} &= k_{mod}/\gamma_M \cdot f_{m,k} \\ f_{c0,d} &= k_{mod}/\gamma_M \cdot f_{c0,k} \\ f_{v,d} &= k_{mod}/\gamma_M \cdot f_{v,k} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &f_{t0,k}, f_{m,k}, f_{c0,k}, f_{v,k} \text{ sind die charakteristischen Festigkeitskennwerte n. DIN 1052, Tab. F.5 (Nadelholz), F.7 (Laubholz) bzw. F.9 (Brettschichtholz)} \\ &k_{mod} \text{ ist der ungünstigste Modifikationsbeiwert in Abhängigkeit der beteiligten Einwirkungen in der gegebenen Kombination} \end{aligned}$$

Der ungünstigste Ausnutzungsgrad ergibt sich in einem Bemessungspunkt zu

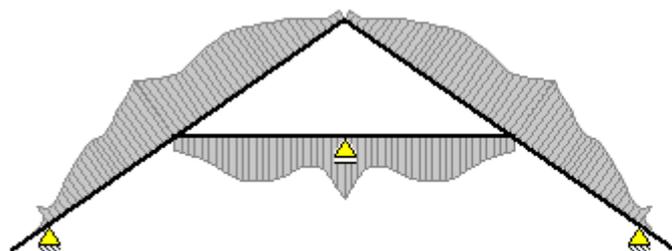
$$U = \max(U_{\sigma}, U_{\tau})$$

Der Nachweis kann als erbracht angesehen werden, wenn in allen Bemessungspunkten

$$U \leq 1$$

eingehalten wird. Dies kann leicht unter Register *Ergebnisse* auf der Seite *Tragfähigkeit* kontrolliert werden.

In der hier erscheinenden Grafik symbolisiert jede Schraffurlinie einen Bemessungspunkt. Beispiel



ständige und vorübergehende Bemessungssituation

	max U
linker Sparren	0.98
rechter Sparren	0.98
Kehlbalken	0.86

Wenn die Drucklistenoption **Nachweis (formal)** aktiviert wird, kann das Zustandekommen des ungünstigsten Ausnutzungsgrades pro Tragelement in der Druckliste studiert werden. Beispiel

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im rechten Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 4.36$ m (ξ läuft von oben links nach unten rechts)

maßgebende Schnittgrößen: min M, zug N, zug Q

maßgebender Spannungszustand: minimale Normalspannung

maßgebende Kombination: Hauptkombination

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.35	1.00	1.35	-5.00	-0.72	0.83	-6.75	-0.97	1.11
Mannlasten	0.00	0.90	0.00	-0.87	-0.57	0.18	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.50	0.90	1.35	-0.32	-0.70	0.22	-0.43	-0.94	0.29
Windlasten	1.50	0.90	1.35	-0.89	-1.99	0.21	-1.20	-2.69	0.28
Schneelasten	1.50	0.90	1.35	-2.73	-0.91	0.50	-3.69	-1.23	0.68
Summe (= Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm)							-12.07	-5.83	2.37

Querschnittswerte: $h = 20.0$ cm, $b = 10.0$ cm

$A = 0.0200000$ m²

$W = 0.0006667$ m³

Spannungen:

$$\sigma_{c0,d} = N_d / A = -0.60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = M_d / W = -8.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = 1.5 V_d / A = 0.18 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristische Festigkeiten nach DIN 1052 Tab F.5: $f_{c0,k} = 16.00$, $f_{m,k} = 14.00$ N/mm²

Bemessungswerte mit $\gamma_M = 1.30$ und $k_{mod} = 0.90$: $f_{c0,d} = 11.08$, $f_{m,d} = 9.69$ N/mm²

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{|\sigma_{c0,d}|}{k_c f_{c0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{0.98}} \leq 1.00 \quad (k_c = 0.6623)$$

Tragfähigkeitsnachweise - Stabilität

Stabilität

Klicken Sie im linken Fenster auf das nebenstehend dargestellte Symbol, um die aktuellen Einstellungen zum Nachweis der Stabilität gemäß DIN 1052 (2008) bzw. EC5, Abs. 6.3., einzusehen und ggf. zu ändern.

Zunächst kann hier im Eingabefenster entschieden werden, ob der Stabilitätsnachweis mit Hilfe des Ersatzstabverfahrens geführt werden soll oder nicht.

Soll der Stabilitätsnachweis geführt werden, muss für jeden der hier gekennzeichneten Stababschnitte der Knicklängenbeiwert β_n n. DIN 1052, Abs. 10.3.1, angegeben werden.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System | Belastung | **Nachweise** | Ergebnisse

Tragfähigkeit

- Hauptnachweis
- Stabilität**
- Sondernachweis
- Brandschutz

Durchbiegung

- Einstellungen
- Vergleichslängen

Die Stabilität wird mit Hilfe des Ersatzstabverfahrens nachgewiesen.

Stabilitätsnachweis führen

Es wird ausschließlich das Ausknicken in der Ebene, nicht jedoch das Knicken senkrecht zur Ebene oder das Kippen untersucht. Dementsprechend ist für eine hinreichende räumliche Aussteifung zu sorgen.

Bitte geben Sie abschnittsweise die Knicklängenbeiwerte β zur Festlegung der Ersatzstablängen $l_{ef} = \beta \cdot l$ ein.

nicht im Bereich von Einkerbungen

Abschnitt	l	β	l_{ef}	$\Rightarrow k_c$
1 <input checked="" type="checkbox"/>	2.80	1.00	2.80	0.4958
2 <input checked="" type="checkbox"/>	2.96	1.00	2.96	0.4503
3 <input checked="" type="checkbox"/>	2.96	1.00	2.96	0.6529
4 <input checked="" type="checkbox"/>	4.16	1.00	4.16	0.3632
5 <input checked="" type="checkbox"/>	3.00	1.00	3.00	0.5406
6 <input checked="" type="checkbox"/>	1.37	1.00	1.37	0.9599

Bild vergrößern

Tragfähigkeitsnachweise - Norddeutsche Tiefebene

Sondernachweis aktuelle Einstellungen zum Sondernachweis *Norddeutsche Tiefebene*

Für Orte der norddeutschen Tiefebene muss neben dem Tragfähigkeitsnachweis für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen der Tragfähigkeitsnachweis für eine außergewöhnliche Bemessungssituation mit den 2.3-fachen Schneelasten geführt werden.

Ob dies für das gegebene Bauvorhaben zutrifft, kann mit **4H-WUSL**, Wind- und Schneelasten, kontrolliert werden. Der Nachweis wird prinzipiell wie der Hauptnachweis geführt. Bei Nachweisen nach DIN wird jedoch die Schnittgrößenkombination stets nach DIN 1055-100 gewählt.

Der Nachweis unterscheidet sich vom Hauptnachweis darüber hinaus allein dadurch, dass andere Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte zugrunde liegen.

Nachfolgend eine Gegenüberstellung

Einwirkung	Hauptnachweis				Sondernachweis "Norddeutsche Tiefebene"			
	γ_{Fsup}	γ_{Finf}	ψ_{dom}	ψ_{sub}	γ_{Fsup}	γ_{Finf}	ψ_{dom}	ψ_{sub}
ständige Lasten	1.35	1.00			1.00	1.00		
Mannlasten	1.50	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlasten	1.50	0.00	1.00	0.70	1.00	0.00	0.50	0.30
Windlasten	1.50	0.00	1.00	0.60	1.00	0.00	0.50	0.00
Schneelasten	1.50	0.00	1.00	0.50	2.30	2.30	1.00	1.00

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

Tragfähigkeit

- Hauptnachweis
- Stabilität
- Sondernachweis**
- Brandschutz

Durchbiegung

- Einstellungen
- Vergleichslängen

Sondernachweis "Norddeutsche Tiefebene"

mit **4H-WUSL** überprüfen

Nachweis aktivieren

In Deutschland muss für Orte der norddeutschen Tiefebene neben dem Tragfähigkeitsnachweis für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen der Tragfähigkeitsnachweis für eine außergewöhnliche Bemessungssituation mit den 2.3-fachen Schneelasten geführt werden.

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	γ_{Fsup}	γ_{Finf}	ψ_{dom}	ψ_{sub}	KLED	k_{mod}
ständige Lasten	1.00	1.00			wie Hauptnachweis	
Mannlasten	1.00	0.00	0.00	0.00		
Kehlbalkennutzlasten	1.00	0.00	0.50	0.30		
Windlasten	1.00	0.00	0.20	0.00		
Schneelasten	2.30	2.30	1.00	1.00		

Die Überlagerung erfolgt stets nach Eurocode. Die Materialsicherheit wird mit 1.00 angesetzt. Alle anderen Optionen werden vom Hauptnachweis übernommen.

Bild vergrößern 

Tragfähigkeitsnachweise - Brandschutz

 **Brandschutz** Einstellungen zum Brandschutznachweis

Beim Brandschutznachweis muss die Tragfähigkeit des Dachstuhls in einer außergewöhnlichen Bemessungssituation für einen bestimmten Zeitraum (Feuerwiderstandsdauer) trotz eines bestehenden Brandes nachgewiesen werden.

Hierbei ist davon auszugehen, dass das Feuer einen bestimmten Teil des Querschnitts (Abbrandtiefe) vernichtet hat. Die Abbrandtiefe kann n. DIN 4102-22, Abs. 5.5.2.1 (9.1), berechnet oder direkt vorgegeben werden.

Für die direkte Vorgabe der Abbrandtiefe muss zunächst das **Automatiksymbol** () angeklickt werden, um den Haken in der symbolischen Schaltfläche zu lösen.

4H-DACH bietet beide in DIN 4102 beschriebenen Bemessungsverfahren an

- beim genaueren Verfahren wird neben der Reduzierung des Querschnitts durch die Abbrandtiefe - bedingt durch die hohen Temperaturen - auch eine Reduzierung der Rechenwerte der Festigkeit angenommen. Diese Reduzierung wird vom Programm unter Zuhilfenahme von DIN 4102-22, Abs. 5.5.2.1 (10) ff., ermittelt.
- beim vereinfachten Verfahren wird auf die Reduzierung der Festigkeiten verzichtet, jedoch ist der Nachweis am ideellen Querschnitt zu führen.

Beim ideellen Querschnitt ist die Abbrandtiefe um 7 mm gegenüber dem verbleibenden Restquerschnitt zu erhöhen.

In beiden Fällen darf mit einer Materialsicherheit von 1.0 und den 20%-Fraktilwerten der Festigkeiten gerechnet werden.

Die voreingestellten Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte entsprechen den Vorgaben der DIN 1055-100 für eine außergewöhnliche Bemessungssituation.

Im Eurocode wird der Brandschutznachweis nach den Regeln der EN 1995-1-2 geführt.

Die Vorgehensweise ist der DIN 4102-22 sehr ähnlich. An Stelle vom *vereinfachten Verfahren* wird hier vom Verfahren mit *reduziertem Querschnitt* gesprochen.

Das genauere Verfahren heißt in Eurocode *Verfahren mit reduzierten Eigenschaften*.

Abgesehen von einigen geringfügigen Änderungen der in den Nachweis einfließenden Parameter ist die Nachweisführung nach Eurocode quasi identisch mit den Regeln der DIN 4102-22.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung **Nachweise** Ergebnisse

Tragfähigkeit

- Hauptnachweis
- Stabilität
- Sondernachweis
- Brandschutz**

Durchbiegung

- Einstellungen
- Vergleichslängen

Brandschutzbemessung aktivieren
nach EC5 1-2

Brandbeanspruchung der Sparren
4-seitig

Ausbildung des Kehlbalkens Brandbeanspruchung des Kehlbalkens: stets allseitig
 einteilig zweiteilig

geforderte Feuerwiderstandsdauer
 $t_f = 30$ Minuten

Abbrandtiefe
 $d(t_f) = \beta_n t_f = 2.40$ cm

Bemessungsverfahren mit
reduziertem Querschnitt nach EC5 1-2 (4.2.2.)

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	$\gamma_{F_{sup}}$	$\gamma_{F_{inf}}$	ψ_{dom}	ψ_{sub}
ständige Lasten	1.00	1.00		
Mannlasten	1.00	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlasten	1.00	0.00	0.30	0.30
Windlasten	1.00	0.00	0.20	0.00
Schneelasten	1.00	0.00	0.00	0.00

Bild vergrößern

Nachweise - Gebrauchstauglichkeit

Einstellungen Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit beschränkt sich nach DIN 1052 auf den Nachweis zulässiger **Durchbiegungen**.

DIN 1052 unterscheidet hierbei unter Absatz 9 sowie 8.3 (7) und (8) zwischen zwei Nachweisen, die wahlweise einzeln oder zusammen geführt werden können.

Nachweis mit seltener Bemessungssituation

Der Nachweis der seltenen Bemessungssituation soll Schäden an Trennwänden, Installationen, Bekleidungen oder dergleichen vermeiden.

Nachweis mit quasi-ständiger Bemessungssituation

Der Nachweis der quasi-ständigen Bemessungssituation soll die allgemeine Benutzbarkeit und das Erscheinungsbild gewährleisten.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung **Nachweise** Ergebnisse

Tragfähigkeit

- Hauptnachweis
- Stabilität
- Sondernachweis
- Brandschutz

Durchbiegung

- Einstellungen**
- Vergleichslängen

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Begrenzung der Verformungen
Nachweise nach Eurocode unter Berücksichtigung des gewählten nat. Anhangs

- Nachweis W_{inst}**
Nachweis in der charakteristischen Kombination ohne Kriecheinfluss
- Nachweis W_{fin} (= $W_{inst} + W_{creep}$)**
Nachweis in der charakteristischen Kombination mit Kriecheinfluss
 W_{creep} ist die Kriechverformung aus quasiständiger Kombination
- Nachweis $W_{net,fin}$**
Nachweis in der quasi-ständigen Kombination mit Kriecheinfluss
- Kombinationsbeiwerte**

Einwirkung	Ψ_0	Ψ_2
Mannlasten	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlasten	0.70	0.30
Windlasten	0.60	0.00
Schneelasten	0.50	0.00

Nutzungsklasse (wie Tragfähigkeitsnachweis)

k_{def} =

Bild vergrößern

Im Gegensatz dazu unterscheidet Eurocode zwischen den Nachweisen für w_{inst} , w_{fin} und $w_{net,fin}$ (s.o.).

Die eingeblendeten Kombinationsbeiwerte und der Verformungsbeiwert k_{def} werden normalerweise automatisch vom Programm normengerecht belegt, wobei k_{def} sich aus der gegebenen Nutzungsklasse ermitteln lässt.

Wird diese Automatik nicht gewünscht, ist das **Automatiksymbol** () anzuklicken, um den Haken in der symbolischen Schaltfläche zu lösen, um andere Werte eintragen zu können.

Vergleichslängen aktuelle Einstellungen zu den Vergleichslängen und den zulässigen Grenzwerten nach Norm

Die Grenzwerte werden im Normalfall vom Programm selbständig entsprechend der Vorgaben der Norm festgelegt und sollten nur in begründeten Ausnahmen geändert werden. Hierzu ist wieder zunächst das **Automatiksymbol** () zu lösen.

Um Ausnutzungsgrade $U = w_{vorh.} / w_{zul.}$ ermitteln zu können, benötigt 4H-DACH die Vergleichslängen.

Voreingestellt ist für alle Abschnitte: Vergleichslänge = Abschnittslänge.

Da sich dies z.B. bei verschieblichen Kehlbalkendächern u.U. zu ungünstig auswirkt, kann der Rechenwert (nach Anklicken des **Automatiksymbols**) vom Benutzer geändert werden.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Dach Hs. Mlr1]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

Tragfähigkeit

- Hauptnachweis
- Stabilität
- Sondernachweis
- Brandschutz

Durchbiegung

- Einstellungen
- Vergleichslängen

Vergleichslängen

Zum Führen des Nachweises und zur Berechnung der Ausnutzungsgrade werden abschnittsweise die Vergleichslängen benötigt.

Abschnitt	l	Rechenwert
1	0.88	0.88
2	2.80	2.80
3	2.96	2.96
4	2.96	2.96
5	4.16	4.16
6	0.88	0.88
7	3.00	3.00
8	1.37	1.37

Grenzwerte

W_{inst}	$\leq l / 300$	$(l_k / 150)$
W_{fin}	$\leq l / 200$	$(l_k / 100)$
$W_{net,fin}$	$\leq l / 300$	$(l_k / 150)$

Bild vergrößern

Die Gebrauchstauglichkeitsnachweise werden nach den Regeln der DIN 1052, Abs. 9 sowie 8.3 (7) und (8) oder nach Eurocode geführt.

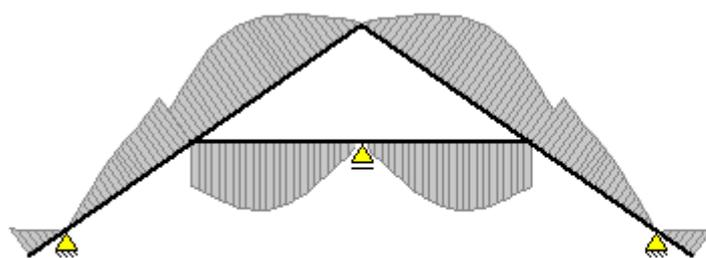
Die Nachweise können als erbracht angesehen werden, wenn in allen Bemessungspunkten

$$U \leq 1$$

eingehalten wird. Dies kann leicht unter Register *Ergebnisse* auf der Seite *Durchbiegung* kontrolliert werden.

In der hier erscheinenden Grafik symbolisiert übrigens jede Schraffurlinie einen Bemessungspunkt.

Beispiel



quasi-ständige Bemessungssituation

	max U
linker Sparren	0.35
rechter Sparren	0.35
Kehlbalken	0.34

Wenn die Drucklistenoption **Nachweis (formal)** aktiviert wird, kann das Zustandekommen des ungünstigsten Ausnutzungsgrads pro Tragelement in der Druckliste studiert werden.

Ein Beispiel für die quasi-ständige Bemessungssituation

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im Kehlbalkenmaßgebende Stelle bei $\xi = 1.43 \text{ m}$ (ξ läuft von links nach rechts)maßgebende Verformung: $\max w$

maßgebende Vergleichslänge: 3.57 m

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung $F = \Psi_2 (1 + k_{def})$, $w_{fin} = F w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	γ	Ψ_2	F	w_k	w_{fin}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.80	0.17	0.30
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.30	0.54	10.64	5.74
Windlasten	0.00	0.00	0.00	12.32	0.00
Schneelasten	0.00	0.00	0.00	3.28	0.00
Summe					6.05

$$\max \text{Ausnutzung } U = \frac{w_{fin}}{l_v / 200} = \underline{\underline{0.34 \leq 1.00}}$$

Ergebnisse**Ergebnisse - Bildschirm****Lastfallergebnisse**

ständige Lasten

Eigengewicht

Außenhaut

Innenausbau(1)

Innenausbau(2)

Innenausbau(3)

Mannlasten

Mannlast(1)

Mannlast(2)

Mannlast(3)

Mannlast(4)

Kehlbalkennutzlast

Nutzlast (Feld 1)

Nutzlast (Feld 2)

Windlasten

Wind von links(1)

Wind von links(2)

Wind von rechts(1)

Wind von rechts(2)

Wind von rechts(3)

Wind auf Giebel

Schneelasten

Schnee voll

Verwehung links

Verwehung rechts

Nachweisergebnisse

Tragfähigkeit

Brandschutz

Durchbiegung

Zusammenfassung

Nach Anklicken des Registers *Ergebnisse* wird das aktuell definierte System unter Berücksichtigung der aktuell definierten Belastung und Nachweisoptionen im Hintergrund berechnet.

Im linken Objektfenster erscheint der nebenstehend dargestellte Baum, mit dessen Hilfe die Ergebnisse eingesehen werden können.

Während unter der Überschrift *Lastfallergebnisse* die Extremalen der definierten Einwirkungen und die Lastfallergebnisse im Einzelnen dargestellt werden, können die sich ergebenden Ausnutzungsgrade der geführten Nachweise unter der Überschrift *Nachweisergebnisse* eingesehen werden.

Klicken auf ein -Zeichen öffnet einen Ordner; die zu diesem Ordner gehörenden Elemente werden eingeblendet.

Klicken auf ein -Zeichen schließt den Ordner wieder.

 Durch Klicken auf einen der dargestellten Lastfälle werden die Lastfallergebnisse eingesehen.

Eine Auswahlliste erscheint im oberen Fensterbereich (neben den Registerschaltflächen), die es ermöglicht, zwischen *System*, *Verformungen + Lagerreaktionen*, *Schnittgrößen (grafisch)* und *Schnittgrößen (tabellarisch)* hin- und herzuschalten.

 Klick auf eine der Einwirkungen zum Einsehen der Extremalen dieser Einwirkung.

Die Auswahlliste ermöglicht es nun, zwischen den *extremalen Verformungen und Lagerreaktionen* und den *extremalen Schnittgrößen grafisch* hin- und herzuschalten.

Die Extremalwerte ergeben sich auf charakteristischem Lastniveau (ohne Faktorisierung) aber unter Berücksichtigung der Überlagerungseigenschaften *ständig wirkend, additiv bzw. alternativ*.

 Klick auf einen Nachweis, um die Ausnutzungsgrade, die sich aus den Nachweisen ergeben, einzusehen.

Ein Nachweis kann als erbracht angesehen werden, wenn der größte im System ausgewiesene Ausnutzungsgrad ≤ 1.0 ist.

Durch das Umschalten zwischen den Registern *System* und *Ergebnisse* können Auswirkungen von Systemänderungen (etwa Verminderung von Querschnitten) sehr schnell eingesehen werden.

Lastfallergebnisse - System, Verformungen, Lagerreaktionen

Das folgende Bild zeigt das Tragwerk mit der zum LF Eigengewicht gehörenden Belastung, die Lagerreaktionen in tabellarischer Form sowie den qualitativen Deformationsverlauf.

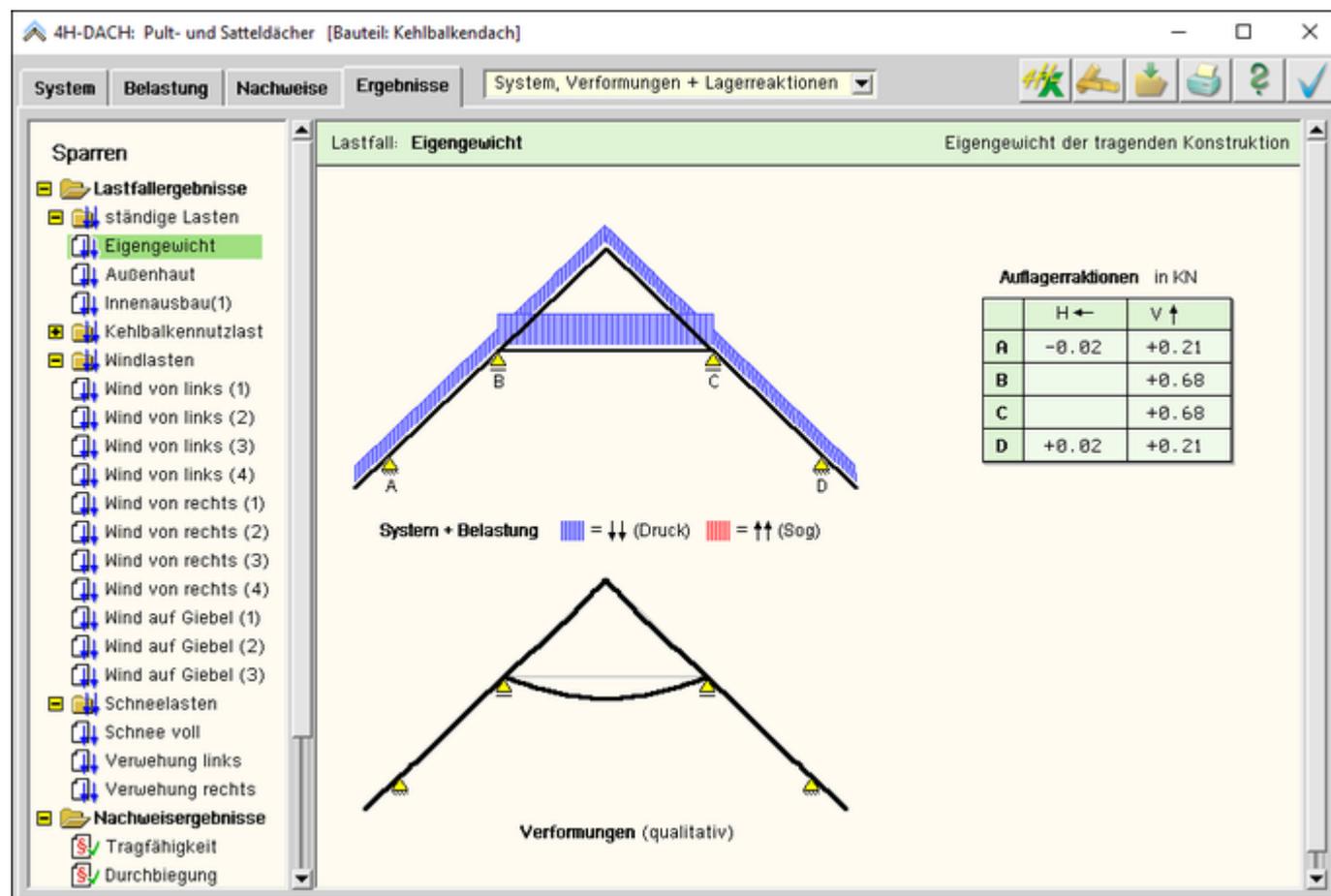


Bild vergrößern

Lastfallergebnisse - Schnittgrößen grafisch

Das folgende Bild zeigt die grafischen Verläufe von Momenten, Quer- und Normalkräften für den LF *Eigengewicht* sowie die auftretenden Extremalwerte in tabellarischer Form.

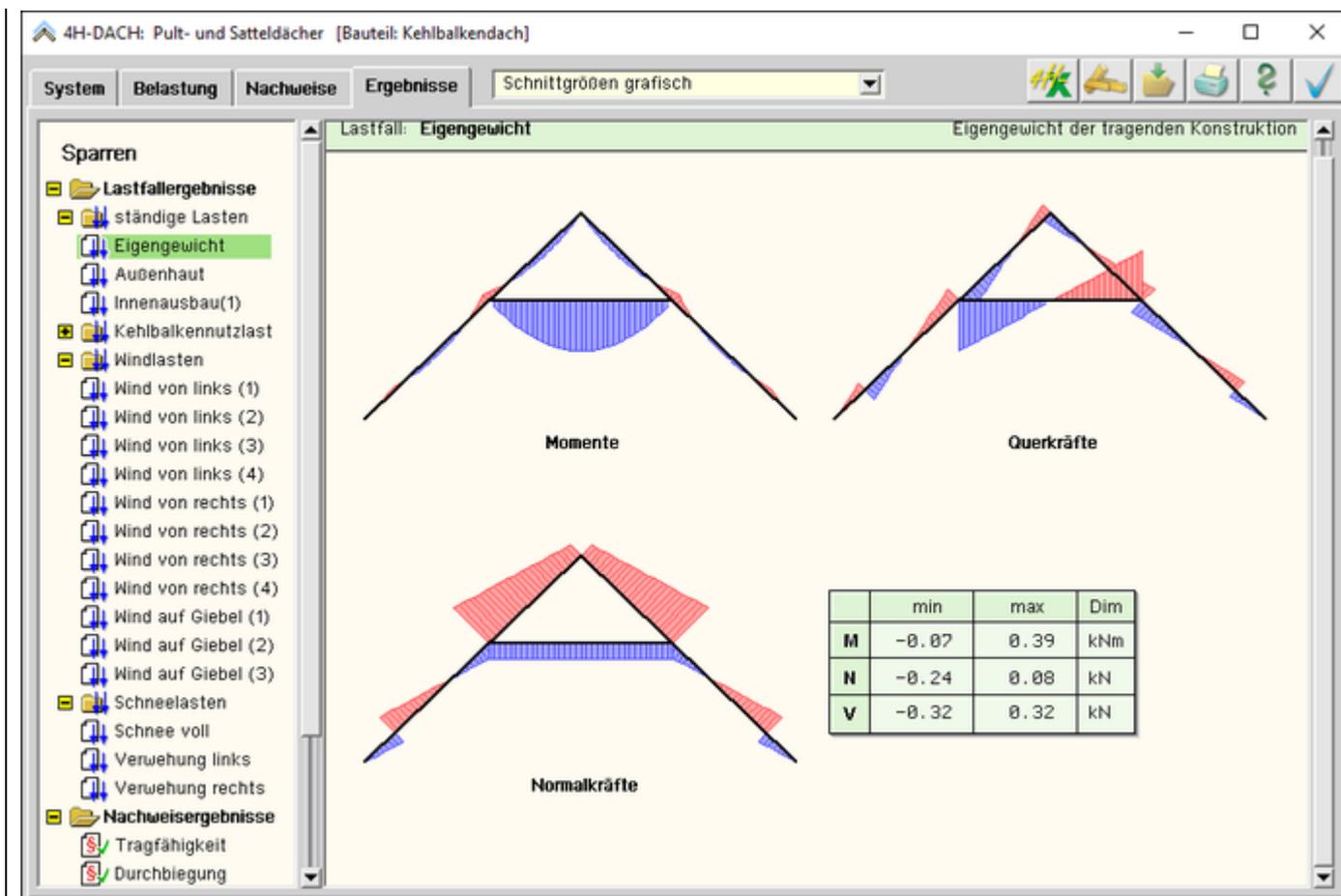


Bild vergrößern

Lastfallergebnisse - Schnittgrößen tabellarisch

Das folgende Bild gibt die Verläufe von Momenten, Quer- und Normalkräften im LF *Eigengewicht* für die einzelnen Tragglieder in tabellarischer Form an.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Kehlalkendach]

System Belastung Nachweise Ergebnisse Schnittgrößen tabellarisch

Lastfall: Eigengewicht Eigengewicht der tragenden Konstruktion

linker Sparren von unten links nach oben rechts				rechter Sparren von oben links nach unten rechts				Kehlbalken von links nach rechts			
x m	M kNm	V kN	N kN	x m	M kNm	V kN	N kN	x m	M kNm	V kN	N kN
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	-0.07	0.00	0.00	0.32	0.08
1.11	-0.03	-0.06	0.06	1.24	0.04	0.00	-0.13	2.44	0.39	0.00	0.08
2.69	0.03	0.00	-0.03	3.40	-0.07	-0.11	-0.24	4.89	0.00	-0.32	0.08
4.57	-0.07	-0.10	0.07	5.28	0.03	0.00	-0.03				
4.57	-0.07	0.11	-0.24	6.85	-0.03	-0.08	-0.11				
6.72	0.04	0.00	-0.13	6.85	-0.03	0.06	0.06				
7.97	0.00	-0.07	-0.07	7.97	0.00	0.00	0.00				

Sparren

- Lastfallergebnisse
 - ständige Lasten
 - Eigengewicht
 - Außenhaut
 - Innenausbau(1)
 - Kehlbalkennutzlast
 - Windlasten
 - Wind von links (1)
 - Wind von links (2)
 - Wind von links (3)
 - Wind von links (4)
 - Wind von rechts (1)
 - Wind von rechts (2)
 - Wind von rechts (3)
 - Wind von rechts (4)
 - Wind auf Giebel (1)
 - Wind auf Giebel (2)
 - Wind auf Giebel (3)
 - Schneelasten
 - Schnee voll
 - Verwehung links
 - Verwehung rechts
 - Nachweisergebnisse
 - Tragfähigkeit
 - Durchbiegung

Bild vergrößern 

Lastfallergebnisse - extreme Verformungen und Lagerreaktionen

Zu jeder Einwirkung gehören mehrere Lastfälle, so dass sich extreme Verläufe der Zustandsgrößen ergeben.

Das folgende Bild zeigt für Einwirkung *Windlasten* die extremalen Lagerreaktionen in tabellarischer Form sowie grafisch die auftretenden Extremalwerte der Deformationen.

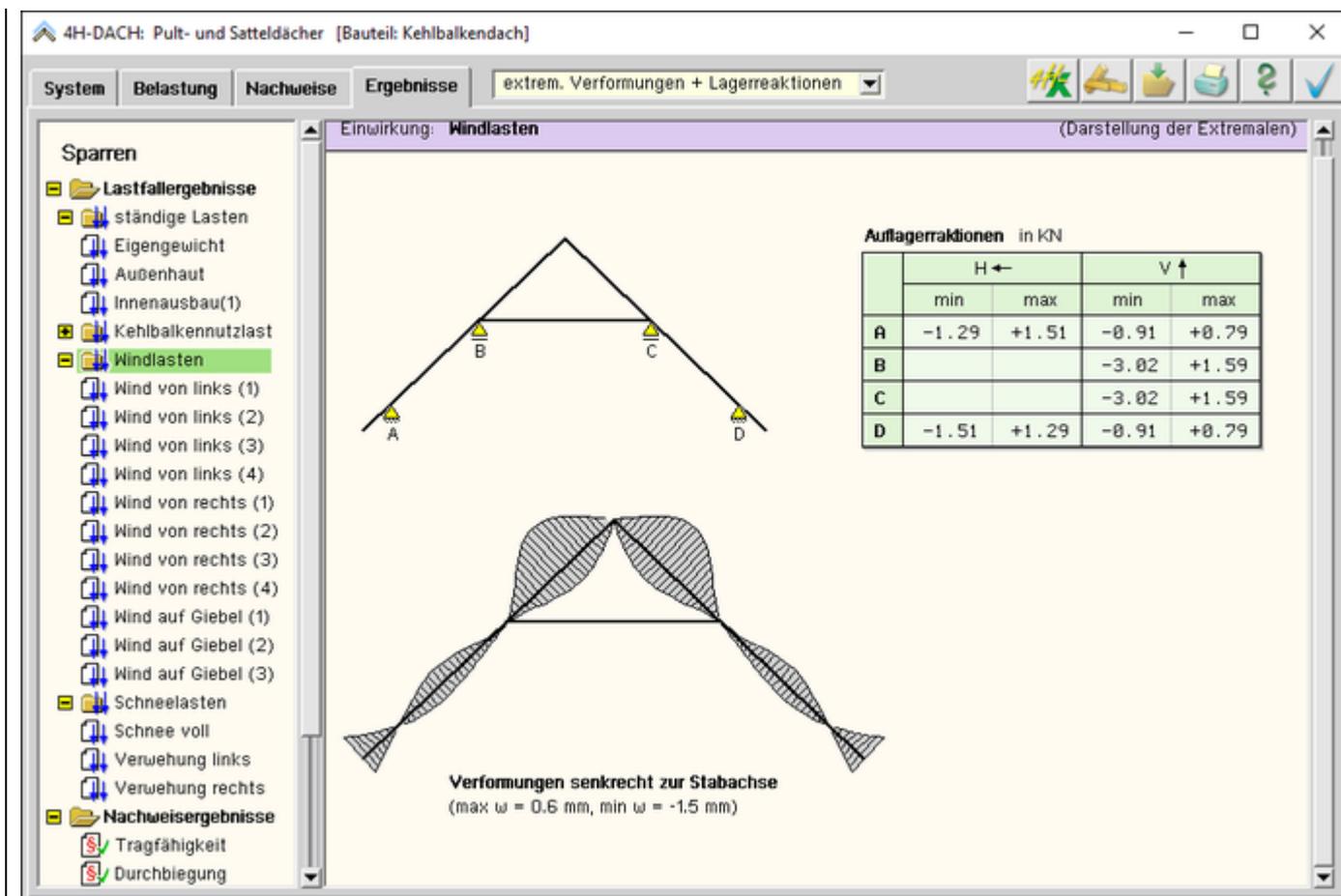


Bild vergrößern

Lastfallergebnisse - extreme Schnittgrößen grafisch

Zu jeder Einwirkung gehören mehrere Lastfälle, so dass sich extreme Verläufe der Zustandsgrößen ergeben.

Das folgende Bild zeigt für Einwirkung *Windlasten* die Verläufe der extremalen Schnittgrößen und deren Extremalwerte in tabellarischer Form.

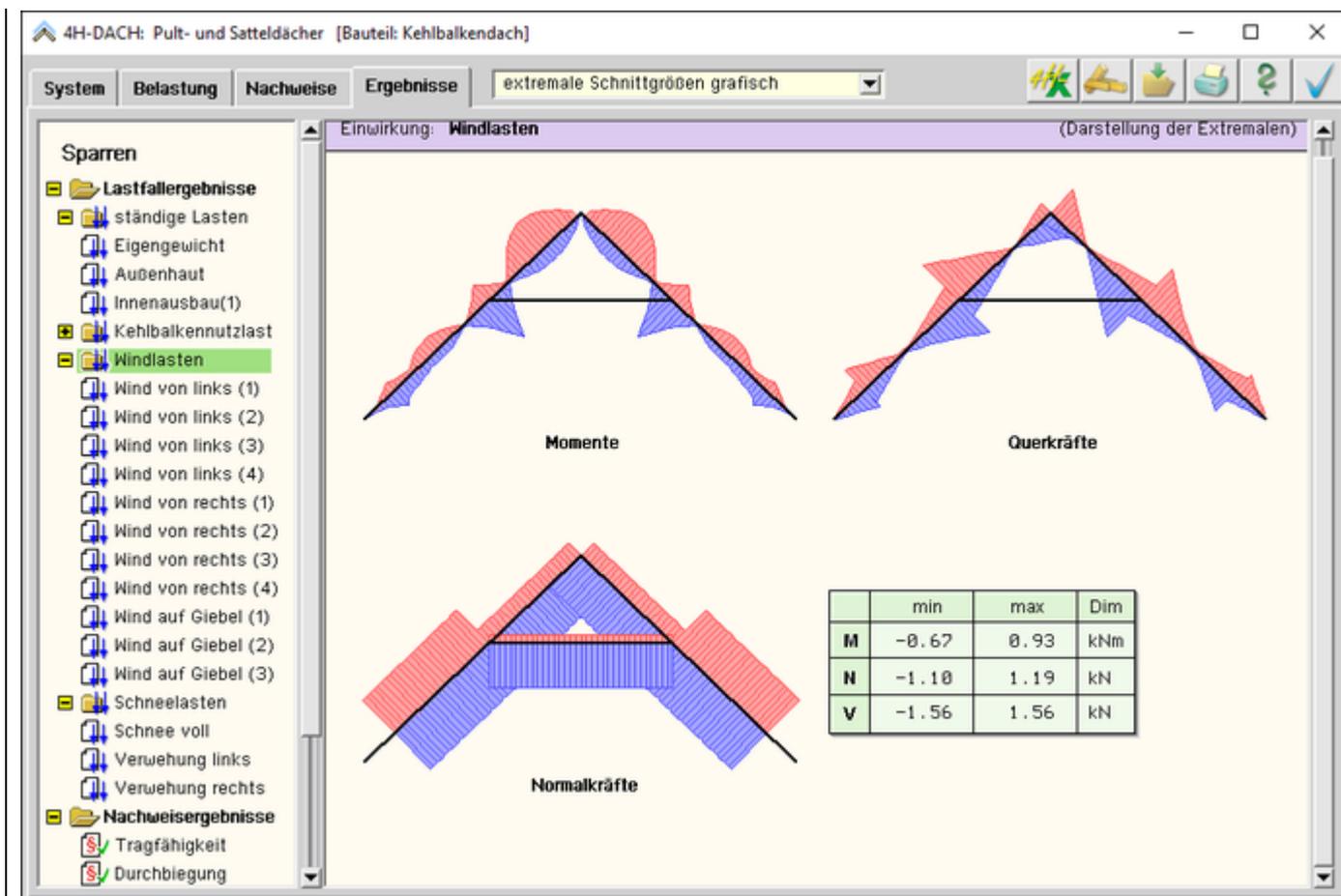


Bild vergrößern

Nachweisergebnisse - Tragfähigkeitsnachweis

Das folgende Bild zeigt den grafischen Verlauf der Ausnutzungen für den Tragfähigkeitsnachweis sowie die auftretenden Maximalwerte in tabellarischer Form.

Die roten Bereiche kennzeichnen hier Überschreitungen der zulässigen Ausnutzung.

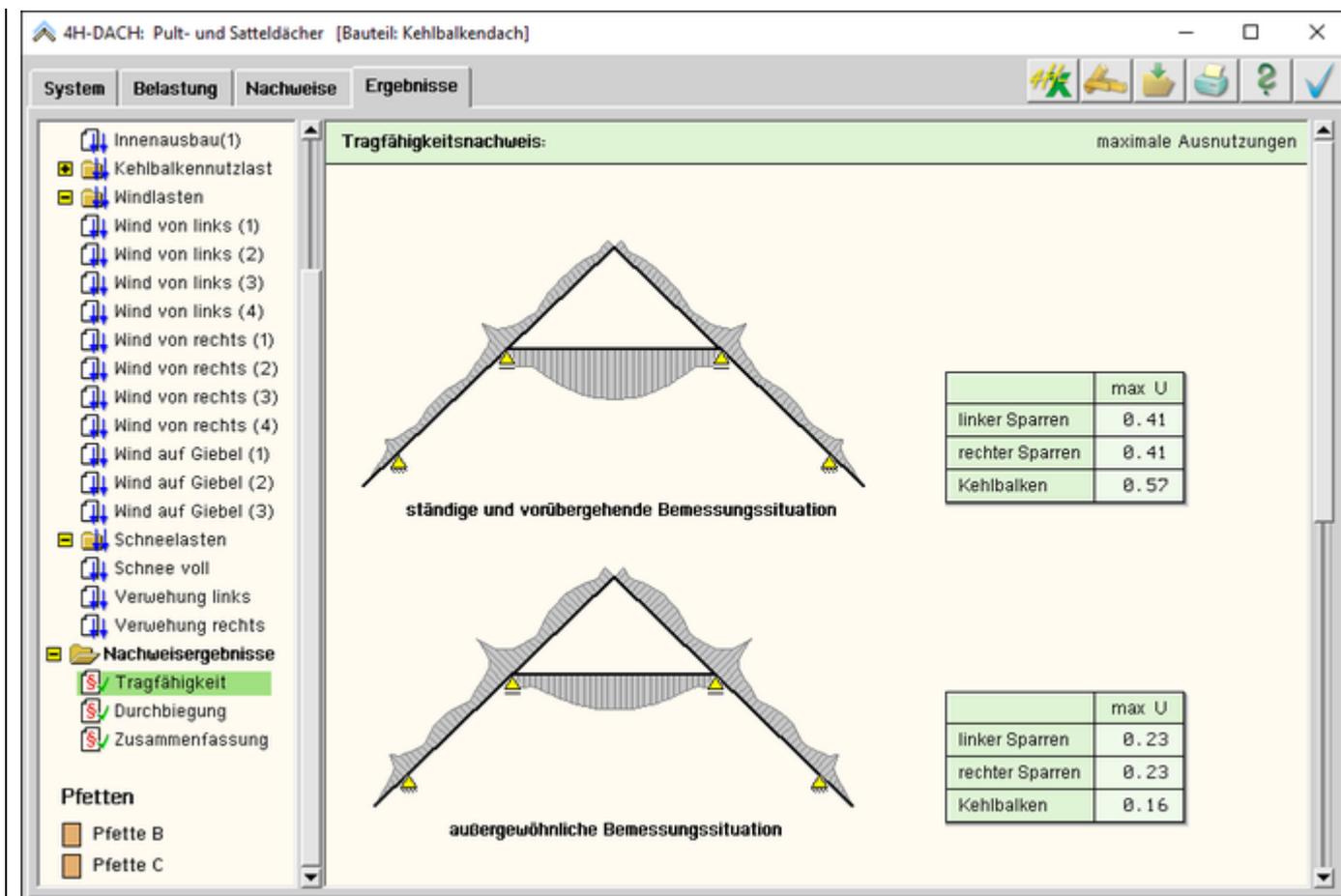


Bild vergrößern

Nachweisergebnisse - Brandschutznachweis

Das folgende Bild zeigt den grafischen Verlauf der Ausnutzungen für den Brandschutznachweis sowie die auftretenden Maximalwerte in tabellarischer Form.

Die roten Bereiche kennzeichnen auch hier Überschreitungen der zulässigen Ausnutzung.

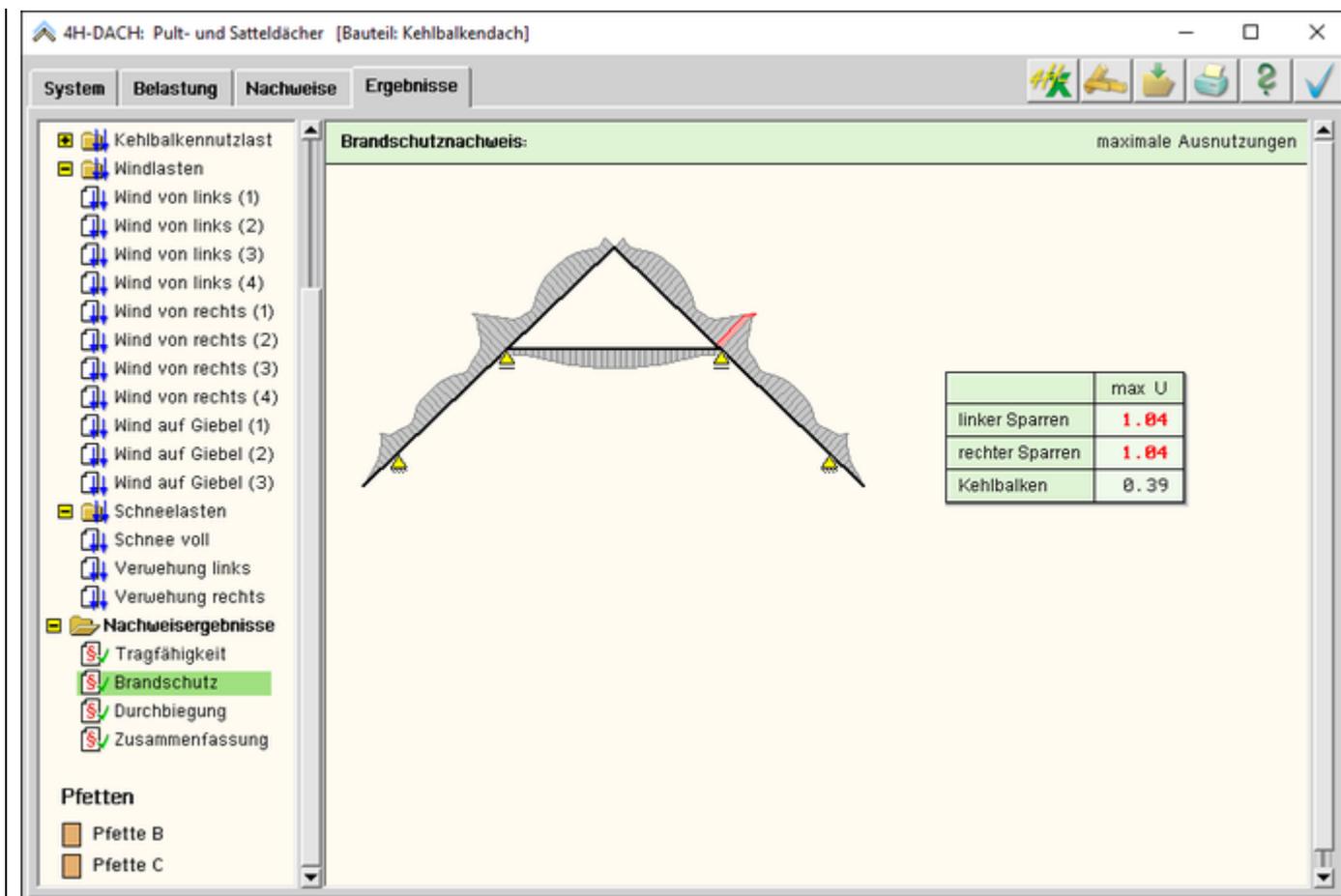


Bild vergrößern

Nachweisergebnisse - Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Das folgende Bild zeigt den grafischen Verlauf der Ausnutzungen für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis sowie die auftretenden Maximalwerte in tabellarischer Form.

Die roten Bereiche kennzeichnen auch hier Überschreitungen der zulässigen Ausnutzung.

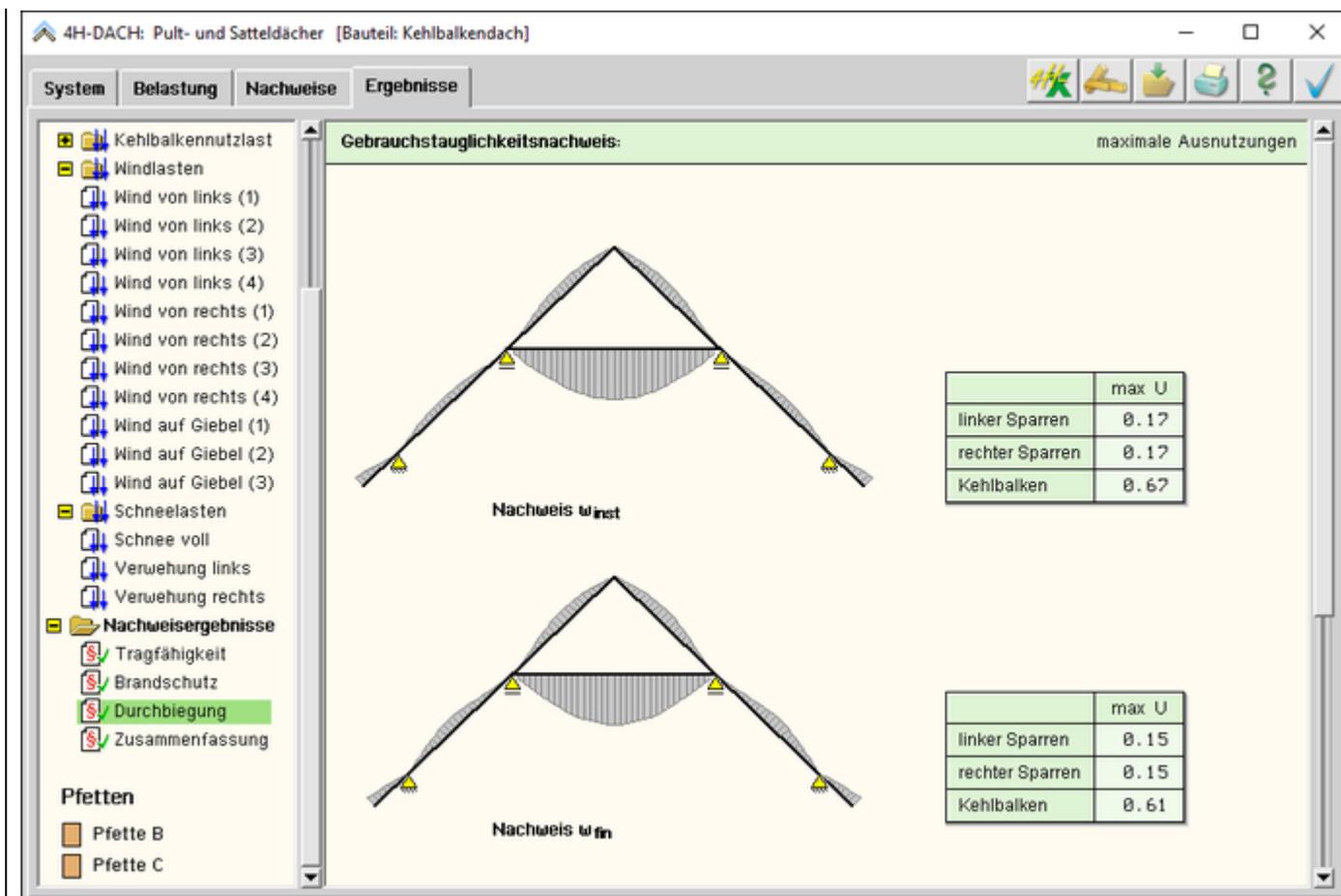


Bild vergrößern

Nachweisergebnisse - Zusammenfassung

Das folgende Bild zeigt den grafischen Verlauf der Ausnutzungen als Quintessenz alle Nachweise mit den auftretenden Maximalwerten in tabellarischer Form.

Die roten Bereiche kennzeichnen Überschreitungen der zulässigen Ausnutzung.

4H-DACH: Pult- und Satteldächer [Bauteil: Kehlbalkendach]

System Belastung Nachweise Ergebnisse

Zusammenfassung: extreme Ausnutzungen aller geführten Nachweise

	max U
linker Sparren	1.84
rechter Sparren	1.84
Kehlbalken	0.67

Hauptnachweis (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) 57%

Sondernachweis (Norddeutsche Tiefebene) 23%

Brandschutznachweis (außergewöhnliche Bemessungssituation) 104%

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (seltene Kombination) 67%

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Wfin) 61%

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Wnet,fin) 56%

Kehlbalkenanschluss (links) nicht geführt

Kehlbalkenanschluss (rechts) nicht geführt

Pfetten

- Pfette B
- Pfette C

Nachweisergebnisse

- Tragfähigkeit
- Brandschutz
- Durchbiegung
- Zusammenfassung

Bild vergrößern

Ergebnisse - Druckliste



Alle am Bildschirm darstellbaren Ergebnisse können auch in der Druckliste eingesehen werden.

Durch Anklicken des Druckersymbols wird das nebenstehende symbolische Untermenü aufgerufen.

In diesem Untermenü können folgende Aktionen angesteuert werden:

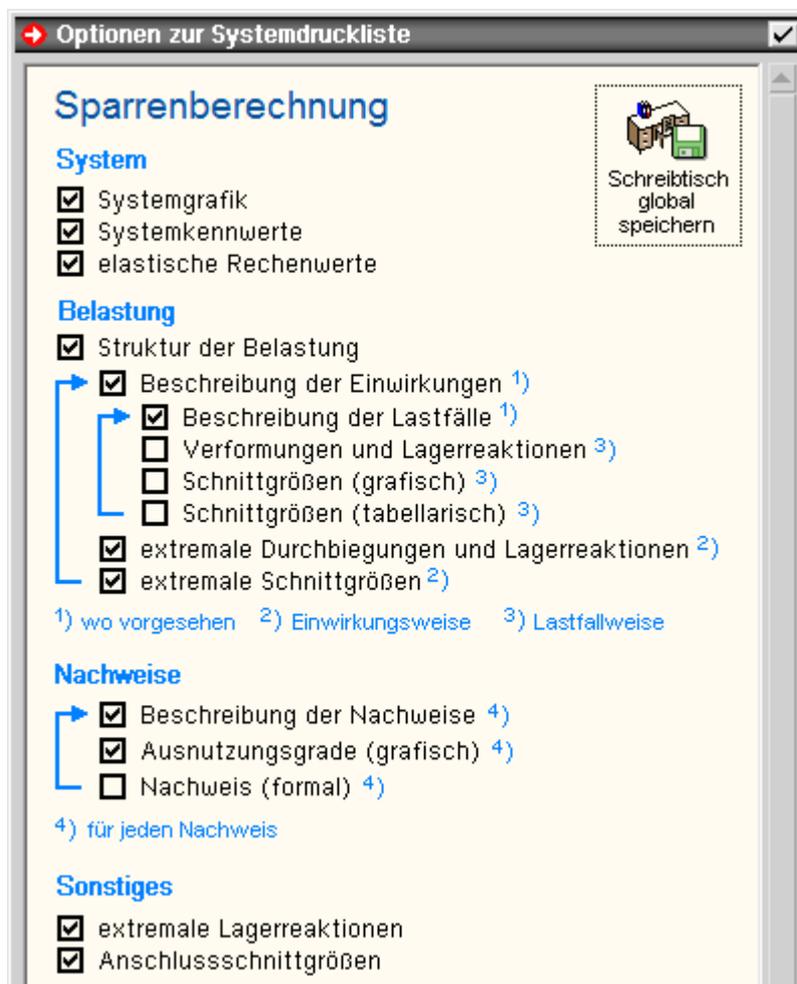
- optionale Einstellungen zur Druckliste vornehmen (linker Button).
Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die Elemente der Druckliste an- bzw. abgewählt werden können. Hierdurch wird der Umfang der Druckliste maßgeblich beeinflusst.
Die getroffenen Einstellungen können permanent (schreibtischglobal) gespeichert werden, so dass diese beim nächsten Dachprojekt automatisch als Voreinstellung übernommen werden.
- den DTE®-Drucklisten-Viewer aufrufen, um am Bildschirm durch das Druckdokument zu blättern (mittlerer Button).
- den DTE®-Druckmanager aufrufen, um das Druckdokument auf dem Drucker auszugeben (rechter Button).

Die Druckliste stellt ein **prüfbares Statikdokument** dar, das alle notwendigen Informationen zum System, zur Belastung und zu den Ergebnissen enthält.

Die von **pcae** mitgelieferte Voreinstellung zum Umfang der Druckliste stellt sicher, dass eine Prüfung der Statik ohne weitere Nachfragen durchgeführt werden kann.

Bei einer weiteren Reduzierung des Umfangs (etwa um Papier einzusparen) ist die Prüfbarkeit nicht unbedingt gewährleistet.

Die Druckliste enthält auf Wunsch weitere Elemente, die nützliche Informationen enthalten. Sie können durch Aktivierung der entsprechenden Option zur Ausgabe gebracht werden.



Nachweis (formal)

Ist die hier dargestellte Schaltfläche aktiviert, wird der Nachweis für die jeweils maximale Ausnutzung pro Tragglied (Sparren, evtl. Kehlbalken) formal geführt.

Hierbei kann studiert werden unter welcher Schnittgrößenkombination welche der Nachweisformeln (s. Nachweise) maßgebend wird.

Beispiele finden sich unter **Nachweise**.

extremale Lagerreaktionen

Ist die hier dargestellte Schaltfläche aktiviert, werden die extremalen Lagerreaktionskräfte als Linienlasten auf charakteristischem Lastniveau, aufgesplittet nach ständigen (G) und nichtständigen Lasten (Q), ausgegeben.

Diese Lagerreaktionskräfte können dem stützenden Tragwerk als Belastung zugewiesen werden.

Anschlusschnittgrößen

Ist die hier dargestellte Schaltfläche aktiviert, werden die extremalen Anschlusschnittgrößen zum Nachweis der Anschlüsse (Kehlbalken an Sparren, Sparren an Sparren im Firstpunkt) ausgegeben.

Dies geschieht mit N_d , V_d und k_{mod} zum einen für Nachweise n. DIN 1052 (2008) bzw. Eurocode gemäß gewählter Kombinationsregel faktorisiert, zum anderen für Nachweise nach alter Norm mit N_k und V_k auf charakteristischem Lastniveau.

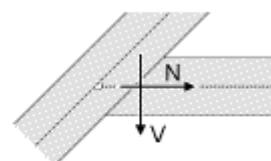
Nachfolgend ein Beispiel

Anschlusschnittgrößen

Kehlbalken an linken Sparren

ständige und vorübergehende Bemessungssituation:

	N_d kN	V_d kN	k_{mod} -	N_k kN	V_k kN
min N	-11.28	1.11	0.90	-8.89	0.82
max N	5.63	0.32	0.90	2.08	0.31
min V	-5.59	0.00	0.80	-8.50	0.09
max V	-7.35	1.49	0.80	1.70	1.04



N_d und V_d sind für Nachweise nach DIN 1052(2004) gemeinsam mit dem hier ausgewiesenen k_{mod} zu verwenden. Soll der Anschluss nach DIN 1052(1988) nachgewiesen werden, so muss dies mit N_k und V_k auf charakteristischem Lastniveau geschehen.

Auch für die Ausgabe der **Pfettenergebnisse** existiert die Möglichkeit, Einzelergebnisse der Berechnung ein- bzw. auszublenden.

Sehr effektiv zur Seitenreduzierung ohne Verlust an wesentlichen Informationen ist hierbei der Schalter **nur relevante Lastfälle**.

Ist dieser Schalter gesetzt, werden nur die Lastfälle beschrieben, die in mindestens einem Nachweispunkt einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen seiner Einwirkung liefern.

Häufig ergeben sich sehr viele Windlastfälle, von denen jedoch nur wenige relevant sind. Da diese keinen Beitrag zum Ausnutzungsgrad liefern, kann auf die Ausgabe dieser Lastfälle verzichtet werden.

Pfettenberechnung

- Systemangaben
- Belastung
 - Beschreibung der Lastfälle ³⁾
 - nur relevante Lastfälle
 - Belastungsskizze ³⁾
 - Schnittgrößen (grafisch) ³⁾
 - Verformungen (grafisch) ³⁾
- Extremale der Einwirkungen
- Nachweise
 - Beschreibung der Einzelnachweise ⁴⁾
 - Ausnutzungsgrade der Einzelnachweise ⁴⁾
 - Gesamtausnutzung
- extreme Lagerreaktionen

Kommunikation

Datenexport in ein pcae-Stabwerksprogramm

4H-DACH ist ein universelles Programm zur Berechnung auch von Sparrendächern, mit dem sich viele Standardfälle berechnen lassen.

Mitunter ergeben sich aber Spezialprobleme, die mit 4H-DACH nicht gelöst werden können.

Als Beispiele seien genannt: Gelenk im Sparren wegen eines erforderlichen Sparrenstoßes, Einfügen eines zweiten Kehlbalkens, zusätzliche Einzellasten infolge von Wechseln oder Dachaufbauten.



In diesen Fällen kann der aktuelle Datenzustand (inkl. System-, Lastfall- und Nachweiseinstellungen) in ein pcae-Stabwerk umgewandelt werden.

Klicken Sie hierzu den links dargestellten Button an.

Das rechts dargestellte Eigenschaftsblatt erscheint, in dem entschieden werden kann, ob das vorliegende Problem mit dem

- räumlichen Stabwerksprogramm **4H-FRAP** oder
- dem ebenen Stabwerksprogramm **4H-NISI** weiterbearbeitet werden soll.



Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts erzeugt 4H-DACH eine Eingabedatei für das ausgewählte Zielsystem, die den aktuellen Datenzustand mit allen Angaben zum System, zu den zu untersuchenden Lastfällen und den zu führenden Nachweisen enthält.

Das 4H-DACH-Bauteil muss nun nur noch unter DTE[®] in ein 4H-FRAP- bzw. 4H-NISI-Bauteil umgewandelt werden. Dies geschieht wie folgt:

- schließen Sie das 4H-DACH-Fenster,
- wählen Sie das 4H-DACH-Bauteil im DTE[®]-System aus und aktivieren Sie die Menüfunktion "sonstiges → Problemklasse",
- wählen Sie aus der Gruppe der Stabwerke die Problemklasse 4H-FRAP (3D-Stabwerke) bzw. 4H-NISI (2D-Stabwerke) aus und klicken auf den Button **umwandeln**,
- Sie haben nun ein 4H-FRAP bzw. bzw. 4H-NISI-Bauteil vorliegen. Führen Sie den Doppelklick auf dem Bauteil aus, um es zu bearbeiten.



Wenn Sie die ursprüngliche Dachkonstruktion zu einem späteren Zeitpunkt mit 4H-DACH weiterbearbeiten wollen, erzeugen Sie vor der Problemklassenumwandlung zunächst eine Kopie des Bauteils.

Nachweis der Kehlbalkenanschlusses mit 4H-HKBA



Liegt aktuell ein Sparrendach mit Kehlbalcken (Kehlbalkendach) vor und ist unter DTE das Programmmodul **4H-HKBA**, Kehlbalkenanschlüsse installiert, kann 4H-DACH beauftragt werden, den Nachweis des Kehlbalkenanschlusses mit Hilfe von 4H-HKBA zu organisieren.

Klicken Sie hierzu den nebenstehend dargestellten Button an.

Das nachfolgend dargestellte Eigenschaftsblatt erscheint, in dem entschieden werden kann, welche der zur Auswahl stehenden Anschlüsse (links, rechts oder beide) nachgewiesen werden sollen.

Aktivieren Sie hierzu die entsprechenden Kontrollkästchen.



Klicken Sie auf einen der **bearbeiten**-Buttons, um das Modul 4H-HOLZ, Kehlbalkenanschlüsse, zu starten und die den Anschluss betreffenden Daten

- Anschlussstyp: Seitenhölzer oder Zangen,
- Anschlussart: Dübel oder Nägel, ggf. Nagelbild etc. einzugeben.

Beim Start des 4H-HKBA-Moduls übergibt 4H-DACH automatisch folgende Informationen:

- die zugrundeliegende Basisnorm (DIN oder Eurocode) sowie alle für die Anschlussberechnung relevanten geometrischen Daten wie Dachneigung, Material- und Querschnittswerte von Sparren und Kehlbalken
- die nach den Regeln der Tragfähigkeitsnachweise extremierten Anschlusschnittgrößen des Kehlbalkens für die Nachweise der Verbindungsmittel und der Spannungen am Nettoquerschnitt des Kehlbalkens unter Angabe der zugeordneten k_{mod} -Werte
- die nach den Regeln der Tragfähigkeitsnachweise extremierten Anschlusschnittgrößen des Sparrens (oberhalb und unterhalb des Anschlusses) für den Nachweis der Spannungen am Nettoquerschnitt des Sparrens unter Angabe der zugeordneten k_{mod} -Werte

Diese Informationen können innerhalb des 4H-HOLZ-Moduls nicht mehr verändert werden.

Ist im oben dargestellten Eigenschaftsblatt ein Kehlbalkenanschlussnachweis aktiviert und wird wegen Änderungen der System- bzw. Belastungsdaten oder der Nachweisoptionen eine Neuberechnung erforderlich, ruft 4H-DACH das Programmmodul 4H-HKBA, Kehlbalkenanschlüsse, automatisch im Hintergrund auf.

4H-HKBA liefert den maximalen Ausnutzungsgrad zurück, der unter Register *Ergebnisse* → Unterpunkt *Zusammenfassung der Nachweisergebnisse* angezeigt wird. Beispiel:

Hauptnachweis (ständige und vorübergehende Bemessungssituation)		53%
Sondernachweis (Norddeutsche Tiefebene)		18%
Brandschutznachweis (außergewöhnliche Bemessungssituation)		54%
Gebrauchstauglichkeitsnachweis (seltene Kombination)		85%
Gebrauchstauglichkeitsnachweis (quasi-ständige Kombination)		39%
Kehlbalkenanschluss (links)		38%
Kehlbalkenanschluss (rechts)		35%

Die Anschlusseigenschaften müssen folglich i.d.R. nur einmal im 4H-HKBA-Modul eingegeben werden.

Wurden massive Änderungen in den System- oder Lasteigenschaften vorgenommen, kann es vorkommen, dass der Anschlussnachweis aus rein konstruktiven Gründen von 4H-HKBA nicht geführt werden kann.

In diesem Falle erscheint beispielhaft folgende Darstellung

Kehlbalkenanschluss (links)

Eingriff erforderlich



Sparren nicht hoch genug => Verbindungsmittel können nicht untergebracht werden

Führen Sie in diesem Falle den Mauszeiger (wie oben dargestellt) über den Button **Eingriff erforderlich**, um den Grund für den Missstand zu erfahren.

Klicken Sie auf den Button, um das 4H-HKBA-Fenster zu öffnen und den Missstand zu beseitigen.

Anmerkungen

- ist ein Kehlbalkenanschluss aktiviert, wird die von 4H-HKBA erzeugte Druckliste an die Druckliste von 4H-DACH angehängt.
- wird im 4H-HKBA-Modul die Anschlussart **Zangen** gewählt, wird die Zangenbreite = Kehlbalkenbreite/2 gesetzt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass der Kehlbalken zweiteilig ausgeführt werden soll. Da die Zangen nun sehr dünn werden können, ist dem Ausknicken der Zangen aus der Ebene durch konstruktive Maßnahmen zu begegnen.
- 4H-DACH führt **keine** Plausibilitätskontrollen durch. Normalerweise sollten die Sparren aus anlusstechnischen Gründen die gleiche Breite aufweisen. Entsprechendes gilt für die Breite des Kehlbalkens beim Anlusstyp **Seitenhölzer**. Hierauf ist ggf. zu achten.

zur Hauptseite [4H-DACH](#), Pult- /Satteldach



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0 Fax 70083-99 Mail dte@pcae.de